

PREMIERE PARTIE

**APPORTS RÉCIPROQUES  
DE LA PÉDOLOGIE ET DE LA GÉOGRAPHIE PHYSIQUE**

COMMUNICATION DE M. AUBERT

*Chef de la Section de Pédologie de l'O.R.S.T.O.M.*

Le sujet des relations entre pédogénèse et morphogénèse a déjà été traité par bien des auteurs. Pour n'en choisir que quelques articles tout récents on peut citer, en langue française celui de TRICART et de MICHEL qui vient de paraître dans « Science du Sol » et celui qui paraîtra d'ici peu de RUELLAN, BEAUDET et MAURER, ou, parmi les travaux étrangers, ceux de RUHE pour ce qui est de l'Afrique centrale et orientale et ceux de BUTTLER en Australie, etc. Aussi m'a-t-il semblé qu'il pouvait être préférable que je dise simplement ce qu'est un sol, pour nous, plutôt même que de chercher à montrer comment ce concept de sol varie en fonction des auteurs et des Ecoles pédologiques, ce qui vient d'être fait par MONNIER.

Le sol est un corps naturel tridimensionnel, constitué des éléments généralement meubles et plus ou moins agrégés qui résultent à un moment donné de l'action, depuis le moment où ce corps a commencé à se constituer, de l'atmosphère et de la biosphère — facteurs climatiques et biotiques avec toutes leurs variations possibles pendant ce temps — sur un matériau qui provient de la transformation de la roche-mère, plus ou moins enrichi au cours des temps, par des apports variés, de surface ou internes, et plus ou moins appauvri de certains éléments par énergie ou par entraînement latéral. Ce corps naturel qu'est le sol ne peut se comprendre que dans son « paysage ». Il n'y a pas de séparation vraie sur le plan géographique entre un sol et le sol voisin et, sauf peut-être dans le cas des sols parfaitement plats, il n'est pas de sol au monde qui n'ait reçu de ceux qui lui sont liés topographiquement ou par suite de l'action des êtres vivants, certains des éléments qui le constituent ou qui ne leur en ait cédé. Ce concept est à la base même de la notion de chaîne de sols. Comme l'a fait remarquer BOULAIN la transformation du matériau originel se fait grâce à un échange d'énergie qui correspond à l'action des forces de gravité, ou à celle de radiations solaires, directement ou indirectement par l'intermédiaire des êtres vivants qui interviennent dans la formation du sol.

La formation et l'évolution du sol dépendent, comme l'a montré autrefois DOKUTCHAEV, d'un certain nombre de facteurs. Ces divers facteurs d'évolution sont : la roche ou le matériau originel dont les caractères sont largement influencés par le contexte géomorphologique; le climat actuel mais aussi le climat passé dont l'influence a pu provoquer l'apparition de caractères stables dans le matériau originel; le relief, qui est lui aussi une conséquence des données géomorphologiques, en même temps que de la nature des roches; les êtres vivants, non seulement la végétation et la faune mais aussi l'homme; le temps qui intervient à la fois par la durée pendant laquelle le sol a évolué et par les modifications qu'il a permises de certains de ces facteurs d'évolution. Rien que l'énoncé de ceux-ci montre bien les liaisons extrêmement intimes qu'il y a entre les études de géomorphologie et celles de pédologie.

Parfois on a eu tendance à donner, par erreur, une sorte de priorité à certains de ces facteurs; cela ne paraît pas exact car chacun d'eux a une certaine influence et ils interviennent tous ensemble. Ainsi en attribuant une importance particulière au climat certains auteurs ont été amenés à définir des sols zonaux, des sols intra-zonaux et des sols azonaux. Cette conception maintenant abandonnée n'a pas été heureuse pour les études pédologiques; il n'existe pas réellement de sol zonal en un point, ou alors il faudrait préciser, en même temps, quelles sont les conditions que doivent remplir les autres facteurs pour que le sol puisse être considéré comme zonal. Il existe par contre une « zonalité des processus », les conditions de climat actuel intervenant pour orienter, dans un sens déterminé, les processus d'évolution du sol, qui s'expriment en fonction des autres facteurs d'évolution.

Certains de ces facteurs d'évolution du sol sont en même temps des agents de cette évolution. Tel est le cas de l'air qui est un facteur climatique et en même temps un agent d'évolution du sol; il fournit l'oxygène qui est un des éléments de transformation du sol; il constitue le milieu dans lequel se fait le transport de la chaleur et où se propagent les radiations qui interviennent dans l'évolution du sol, directement ou indirectement en agissant sur les êtres vivants du sol. Tel est le cas de l'eau qui traverse le sol élément du climat, et donc d'un facteur d'évolution du sol, mais aussi agent de cette évolution puisqu'elle est l'agent essentiel des processus de dissolution, d'hydratation, d'hydrolyse et en même temps l'un des agents essentiels de la migration des éléments d'un point d'un horizon à un autre d'un même sol ou d'un sol à un autre. Par sa seule présence elle peut aussi bloquer certains éléments dans le sol, certaines réactions telles que les réactions d'hydrolyse. A ce facteur d'évolution nous devons rattacher l'action des nappes phréatiques qui existent dans le sol. L'action d'une nappe à l'intérieur d'un sol et les transformations qui en résultent peuvent, d'ailleurs, ne pas coïncider dans le temps avec les phénomènes principaux de la formation de ce sol. Enfin parmi les éléments des divers facteurs d'évolution du sol qui sont en même temps des agents de cette évolution, se trouvent aussi les êtres vivants.

La transformation du matériau originel en sol se fait par l'intervention d'un certain nombre de processus très variés, mécaniques, physiques, physico-chimiques, etc. Ils peuvent agir sur place ou, au contraire, ils peuvent provoquer une migration ou un remaniement mécanique des éléments du sol. Les principaux processus qui se déroulent ainsi sur place ont une action parfois limitée car le processus opposé peut aussi prendre naissance. Tels sont l'oxydation et la réduction; la dissolution et l'évaporation ou la précipitation en fonction des corps qui se trouvent déjà dans la solution du sol ou dans l'eau qui provoque cette dissolution; la mise en pseudo-solution, et son opposé la floculation, en fonction des conditions physico-chimiques du sol, conditions de rH et de pH, conditions même de stabilité et d'instabilité des agrégats du sol. Tels sont aussi l'hydratation et la dessiccation; l'hydrolyse et, à l'opposé, les processus très complexes de recombinaison, de néo-synthèse.

D'autres transformations se produisent par suite du transport des éléments en solution ou en pseudo-solution. Il peut se faire verticalement aussi bien de haut en bas par gravité que de bas en haut, soit par capillarité soit par l'intermédiaire même de la végétation qui remonte à la surface du sol certains des éléments qui avaient été entraînés en profondeur, cycle biotique des éléments minéraux qui prend une très grande importance dans les régions tropicales. Ce transport peut se faire aussi, mais sur une très faible distance, horizontalement par de simples phénomènes de diffusion; ou, enfin, obliquement, à la limite de deux niveaux — sol et roche — ou de deux horizons de perméabilités très différentes, l'inférieur étant le moins perméable. En pays tropical humide, ce phénomène, très fréquent, se produit souvent vers 60 cm à 1 m, à la limite entre des horizons superficiels fortement structurés et des horizons profonds plus compacts. Ces phénomènes, complétés par divers remaniements des masses du sol, peuvent provoquer un appauvrissement en argile et en éléments fins et, dans certains cas, une véritable « fonte » des horizons supérieurs qui constituent des processus d'évolution du sol aussi importants dans ces régions, sinon plus importants encore, que les processus classiques de lessivage et d'accumulation de l'argile. Ce lessivage latéral tout comme l'entraînement vertical ne joue pas seulement sur l'argile mais aussi sur les éléments solubles tels que le calcaire (RUELLAN) ou facilement solubilisables tels que certains composés de fer ou de manganèse (MAIGNIEN). Il est d'ailleurs indispensable que de tels processus soient davantage intégrés dans nos classifications des sols.

Des transformations se produisent aussi par mouvement en masse du sol et par mouvement des éléments solides à l'intérieur du sol. Certains de ces processus sont dus aux caractères mêmes des argiles qui peuvent se rétracter ou se gonfler en fonction des conditions de dessiccation ou d'humidité, phénomène essentiel par exemple dans la formation des vertisols. Il peut aussi se produire une modification

des agrégats du sol suivant leur état de dessiccation ou d'humidité si celle-ci va jusqu'à un engorgement complet de l'horizon du sol même si son argile n'est pas de type gonflant. Dans ces horizons hydro-morphes, momentanément transformés en masses boueuses, des classements des particules par densité peuvent jouer, des éléments grossiers peuvent se déplacer et des structures se défaire et se reconstruire sur un autre mode ou plus grossièrement. Peut-être ces phénomènes expliquent-ils ce que certains pédologues considèrent comme une « descente des cailloux » dans les horizons superficiels de certains sols ferrallitiques et la formation de ligne de cailloux ou de nappes de graviers à leur base (LAPORTE).

Il peut y avoir aussi, et ceci est très important, une remise en mouvement des éléments solides sous l'influence des végétaux et des animaux : mouvements de sol sous l'influence des déracinements d'arbre dans les grandes forêts : action des termites et des vers qui refont, quelquefois sur plusieurs décimètres et même plus d'un mètre, certains horizons supérieurs de sol. Dès 1954, au congrès international de « Science du Sol » qui avait lieu au Congo de Léopoldville, l'hypothèse a été émise que certains horizons supérieurs de sols ferrallitiques, situés au-dessus de lits de cailloux, de nappes de graviers, ont été formés par des animaux, termites probablement, remontant la terre de profondeur au-dessus de ces lits de cailloux qui ne sont alors que l'expression de phénomènes d'érosion différentielle en nappe à la surface de sols anciens ou subactuels. Il y a enfin tous ces phénomènes de remaniement en masse sur la surface du sol qui sont à rattacher aux phénomènes de glissement de sol, quelquefois brutaux, d'autres fois plus progressifs comme on en voit souvent la preuve dans les pays tropicaux; sous la forme de fibres de quartz en place dans les horizons profonds du sol mais qui s'incurvent près de la surface, brisés, désagrégés mais non cisailés.

Un facteur d'évolution des sols particulièrement important est le temps. En pédologie, nous devons l'envisager de plusieurs manières. Le temps intervient d'abord pour limiter le stade d'évolution auquel est arrivé le sol et qui dépend à la fois de l'intensité des phénomènes d'évolution, et par conséquent aussi des variations possibles de cette intensité ou de ces phénomènes au cours des millénaires, et du temps pendant lequel ce processus a pu se développer. Le temps doit aussi être envisagé en relation avec la vitesse de réalisation et d'expression des divers processus de pédogenèse. Cette vitesse est très variable; si la formation d'un sol de rendzine ne demande probablement que quelques siècles, celle d'un sol lessivé, ou même d'un sol podzolique quelques siècles aussi, au maximum un ou deux millénaires pour que le type de sol soit vraiment net, au contraire lorsqu'il s'agit d'un sol dont l'élément caractéristique résulte de l'hydrolyse des minéraux en fonction des conditions climatiques, le phénomène est beaucoup plus lent. D'après les quelques données que nous pouvons avoir à ce sujet (BOULAINÉ, LÉNEUF) il ne s'agit plus de millénaires mais plutôt de dizaines de millénaires. Si dans les régions tropicales humides, la plupart des sols sont des sols profonds et très fortement évolués c'est non seulement par suite des conditions de climat qui permettent des hydrolyses intenses mais aussi par suite de l'ancienneté des sols qui évoluent ainsi depuis des dizaines de millénaires.

Il faut aussi envisager ce facteur temps en fonction des variations possibles des conditions d'évolution du sol. Au cours de l'évolution de ces sols très vieux, les facteurs d'évolution n'ont pas toujours gardé les mêmes valeurs; les conditions d'évolution n'ont pas été sans cesse les mêmes et par conséquent les processus d'évolution qu'ils ont subi et les éléments qui en ont résulté ont pu varier. Des sols ont pu se former qui ne sont plus que des « sols hérités » (GÈZE) pour les sols polycycliques actuels ou leur servent de matériau originel. De tels cas ont été étudiés par les pédologues français dans le Midi de la France, en Afrique du Nord, en Afrique Tropicale, etc. On peut citer, parmi tant d'autres exemples, le cas des sols du Centre Dahomey, qui, actuellement, subissent une évolution à tendance de sol ferrugineux tropical qui s'exerce sur d'anciens sols ferrallitiques, ou les sols du Zebra au Maroc qui évoluent suivant le même type de sol brun « isohumique » depuis le début du Soltanien, mais dont le matériau originel a été fortement transformé par l'apport de dépôts plus récents. Les modifications qui se sont produites peuvent nécessiter un changement de classification, suivant les cas, au niveau de la phase, de la série, de la famille ou même à un niveau plus élevé (FAUCK, VOLKOFF).

Ces modifications du « Complexe d'évolution » du sol, qui se sont produites depuis que, il y a un certain nombre de millénaires, le sol a commencé à évoluer, peuvent être très variées.

Parfois c'est le matériau lui-même qui a été transformé par des apports progressifs alluviaux, colluviaux ou éoliens (comme aux Nouvelles Hébrides) ou par l'enlèvement lent d'éléments par érosion en nappe. Ces modifications ont alors, en quelque sorte, été intégrées dans la pédogénèse. Le sol actuel est « rajeuni » ou « pénévolué ».

D'autres fois l'enlèvement a été violent et important : sol érodés; ou l'apport alluvio-colluvial a été brutal ou très épais : sol jeune ou nouveau sol au-dessus d'un sol « enterré ».

Sur le matériau complexe le type de pédogénèse peut être resté le même tout au long de cette évolution : sol « monogénique » ou plusieurs types d'évolution ont pu se succéder : sol « polygénique ».

Le facteur d'évolution qui a varié peut-être la topographie, par suite d'un abaissement du niveau de base, du creusement des vallées, ou par suite du recul des versants, comme au Tchad, au Cameroun, dans le Sud de la Côte-d'Ivoire, etc. Le sol peut ne présenter que des modifications secondaires, dues aux variations du drainage (sommets des horizons profonds d'argile tachetée de sols ferrallitiques, autrefois hydromorphes et maintenant bien drainés par exemple); ou bien il peut être complètement transformé : sol « remanié », subactuel en même temps qu'actuel.

Enfin les variations du complexe d'évolution peuvent consister en des modifications du climat ou de la végétation. Parfois comme dans certains sols rouges du midi de la France ou dans certains sols faiblement ferrallitiques du Sud Dahomey, les caractères de sol n'ont pas changé, mais le sol n'est plus en équilibre avec les conditions actuelles d'évolution. Le sol « hérité » est un « paléosol ». Il peut aussi évoluer à nouveau suivant un mode différent. Lorsque le phénomène est poussé au maximum le sol hérité ne constitue plus alors qu'un « matériau originel » pour le sol actuel.

Tout au long de cet exposé, et sans même que le terme de « géomorphologie » ait été chaque fois exprimé, il a fallu sans cesse utiliser les données de cette science pour comprendre le type d'évolution du sol et les produits qui en résultent. L'étude géomorphologique donne un cadre dans lequel peut se situer l'étude pédologique, et elle fournit une partie des éléments qui permettent de connaître les variations subies au cours des temps par le complexe d'évolution du sol. L'étude pédologique complète, par d'autres éléments, et précise la connaissance de ces variations; elle doit permettre de comprendre l'apparition des caractères du sol tel qu'il se présente à nous et de connaître leur évolution. Partant, elle fournit les bases d'une utilisation rationnelle et conservatrice de ce sol par l'agronome.

CENTRE DE RECHERCHES ET DOCUMENTATION  
CARTOGRAPHIQUES ET GÉOGRAPHIQUES

---

# MÉMOIRES ET DOCUMENTS

publiés sous la direction de Jean DRESCH

ANNÉE 1967 — NOUVELLE SÉRIE

VOLUME 6

GÉOGRAPHIE — PÉDOLOGIE  
LE CONCEPT DE SOL ET LA MÉTHODOLOGIE  
DE L'ÉTUDE DES SOLS

---

*Journée d'études organisée  
à l'École Normale Supérieure de Fontenay-aux-Roses  
le 8 mai 1966*

---

EXTRAIT

ÉDITIONS DU CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

15, quai Anatole-France — Paris VII<sup>e</sup>

1968

*double*