

Une exposition au Palais de la Découverte, 25 octobre 1984 — 28 avril 1985

de la production végétale accentue le recyclage par les récoltes des éléments minéraux apportés par les effluents et réduit d'autant les risques d'entraînement en profondeur.

La technicité des agriculteurs a été canalisée jusqu'à maintenant pour augmenter notre production de produits alimentaires : elle sera aussi utilisée de plus en plus pour la préservation de la qualité de nos sols et de nos eaux. Cette nouvelle obligation devra être prise en compte dans la réutilisation du travail agricole.

*La conférence a été présentée au Palais de la Découverte le 9 mars 1985. Elle a été publiée dans la Revue du Palais de la Découverte, n° 133 - décembre 1985.*

**LES SOLS DANS LE PAYSAGE (\*) : Alain RUELLAN, Institut Français de Recherche Scientifique en Coopération (ORSTOM)**

### Résumé

Le sol est ce matériau superficiel, en général meuble, dans lequel s'enracinent et se nourrissent les plantes et dans lequel vivent de nombreux animaux. Formé à partir des roches, c'est un milieu structuré et dynamique. Les structures, les caractères, les fonctionnements du sol changent d'un paysage à l'autre et changent d'un endroit à l'autre d'un même paysage : ces changements sont fonction des climats, des roches, des couverts végétaux, des reliefs. Mais il y a en fait co-évolution du sol et du paysage, et en particulier intégration, spatiale et temporelle, du sol, du relief et de la vie. L'organisation du milieu pédologique est à quatre dimensions, trois spatiales et une temporelle : de ce fait toute intervention humaine sur le sol, en un point d'un paysage, peut avoir des conséquences sur l'ensemble du paysage et sur l'ensemble du sol de ce paysage, conséquences parfois rapides et spectaculaires. L'utilisation du sol dans un paysage ne peut donc être ni individualiste, ni homogène.

### Abstract

The soil is the superficial material, generally loose in which plants are rooted and fed and where numerous animals are living. It is an organized and dynamic environment made from rocks. Structures, features and dynamics of the soil change from one landscape to another and from one part to another within the same landscape. These changes depend on climates, rocks, vegetation and landforms. In fact, the soil and the landscape evolve together and there is a space and time integrated evolution of the soil, the landform and life. The soil organization is four-dimensional with three dimensions in space and one in time : thereby, any human intervention on the soil in a given zone of the landscape can sometimes have rapid and significant effects on the whole landscape and soil. Therefore, the land use in a landscape can be neither individualistic nor homogeneous.

*(\*) Texte intégral de la conférence au Palais de la Découverte le 5 janvier 1985.*

Le sol fait partie des paysages.

Ce n'est pourtant pas toujours évident. Quand la végétation couvre tout, le sol est discret, on ne le voit pas : c'est probablement l'une des raisons qui font que le sol est parfois oublié, voire méconnu, par ceux-là même qui utilisent les paysages ; et cet oubli a des conséquences graves sur la qualité des aménagements, sur la qualité des utilisations faites des milieux, sur la préservation des milieux utilisés.

Mais souvent le sol se voit. Ses couleurs superficielles, rouges, noires, blanches, brunes, envahissent, dominent les paysages. Ses morphologies superficielles rassurent quand on voit des champs bien cultivés, ou au contraire inquiètent quand les marques de l'érosion sont par trop apparentes. Et puis, les coupes de plus en plus nombreuses créées par l'homme qui utilise les milieux, coupes de carrières, coupes de route, ces coupes introduisent de plus en plus souvent les sols comme une composante marquante de la description des paysages.

Donc le sol fait bien partie du paysage, ce paysage que l'on voit, que l'on photographie, que l'on peint, et que chacun interprète à sa façon, en fonction de ses connaissances et en fonction de ses préoccupations, de promeneur, de naturaliste, d'artiste, d'utilisateur.

De surcroît, et c'est la deuxième justification du thème de cet article, le sol se modifie au sein même des paysages. Nul besoin, en effet, d'être spécialiste pour remarquer que le sol change d'un paysage à l'autre et qu'il change d'un endroit à l'autre d'un même paysage : les couleurs, les morphologies superficielles, les épaisseurs, les morphologies internes visibles sur les coupes, les humidités, etc., tout cela se modifie. Et on s'aperçoit très vite, là aussi nul besoin d'être spécialiste, que ces variations pédologiques ne sont pas quelconques ; elles sont, bien au contraire, corrélées aux variations des autres composantes du paysage : le relief, le sol n'étant pas le même à l'amont et à l'aval d'une pente ; la végétation, le sol n'étant pas le même sous forêt, sous prairie, sous culture ; la roche, le sol n'étant pas le même sur schiste et sur calcaire ; etc.

Tel est le thème du présent article : comment le sol fait-il partie des paysages ; comment et pourquoi le sol se modifie-t-il corrélativement à d'autres composantes du paysage ; en quoi la connaissance des lois qui régissent les variations du sol permet-elle de raisonner l'aménagement des paysages : aménager, c'est-à-dire utiliser au mieux sans détruire.

### De la notion même du sol

Le fait d'affirmer que le sol fait partie du paysage, suppose que l'on a du sol une vision spécifique.

Le sol est un matériau superficiel, en général meuble, dans lequel s'enracinent et se nourrissent les plantes et dans lequel vivent de nombreux animaux. Le sol couvre à peu près la totalité des surfaces émergées du globe, là où il y a vie ; et on peut dire que le sol constitue une couche continue, que l'on dénomme souvent « couverture pédologique ». Cette couverture est toujours très mince : de quelques millimètres à quelques dizaines de mètres, selon les cas ; le plus souvent, son épaisseur est en fait de l'ordre du mètre, voire de quelques mètres : c'est en somme « l'épiderme de la terre ».

**Les aspects visibles du sol dans le paysage**

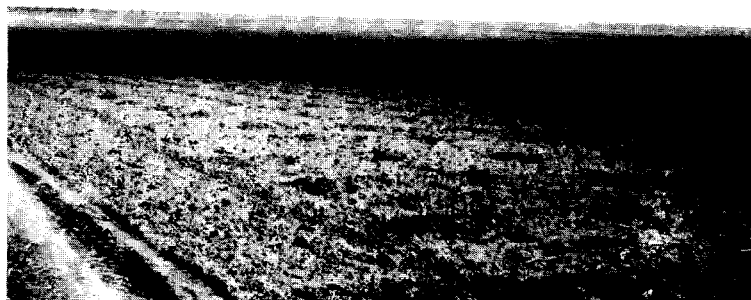


Photo 27 — Le sol nu (photo A. RUELLAN)



Photo 28 — Une carrière (photo P. CURMI)



Photo 29 — Une tranchée de route (photo G. BOCQUIER)

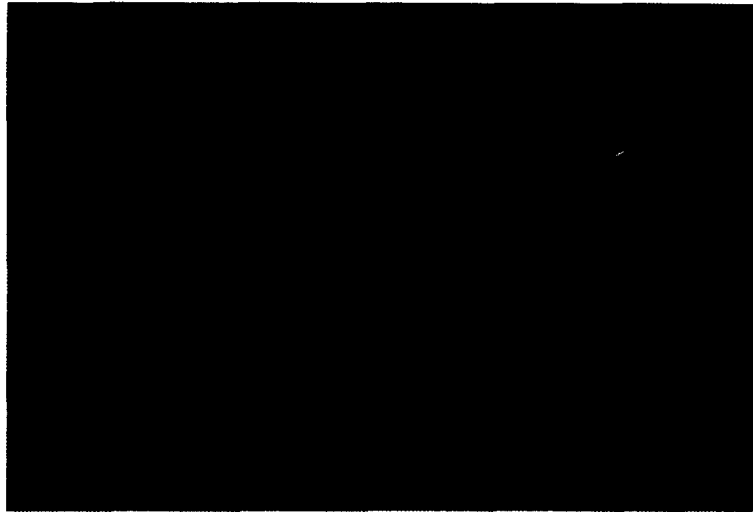


Photo 30 — Le passage de la roche au sol : la roche (basalte) est fragmentée, altérée, transformée en sol rouge. (Photo A. RUELLAN).

La couverture pédologique se forme à partir des roches : les granites, les schistes, les grès, les calcaires, les marnes, etc. ; ces roches, à partir du moment où elles sont proches de la surface du globe, sont transformées, par action des eaux, par action des températures, par action de l'atmosphère, par action de la vie, végétale, animale, humaine. Transformation des roches, c'est-à-dire qu'il y a, sous l'action de ces agents, physiques, chimiques, biologiques, ameublissement ou induration des matériaux, modifications des constituants, modifications des structures, etc, et on passe ainsi progressivement de la roche au sol.

Ceci dit, trois aspects du sol sont tout particulièrement essentiels, pour une bonne compréhension de ce qu'il est et donc des précautions qu'il faut prendre quand on prétend l'étudier pour mieux l'utiliser dans le cadre du paysage auquel il appartient.

1. Le sol, la couverture pédologique, qui est un milieu à constituants minéraux et organiques, à constituants solides, liquides et gazeux, à constituants inertes et vivants, le sol est un milieu organisé, un milieu structuré. Ceci veut dire que les constituants du sol ne sont pas disposés les uns par rapport aux autres d'une manière quelconque. Bien au contraire, les constituants du sol sont organisés les uns par rapport aux autres, verticalement et latéralement, donnant au sol une morphologie, une anatomie, que l'on peut observer, décrire, aux différentes échelles de l'organisation de la matière, depuis le cristal et la cellule, observés à l'ultramicroscope, jusqu'au paysage lui-même. Un des aspects essentiels de la morphologie de l'organisation du sol est la porosité : le sol est un milieu poreux et cette porosité joue des rôles clés dans le fonctionnement des paysages.

2. Le sol, dans une première approche, apparaît comme étant un milieu continu. L'individu-sol, équivalent à l'individu-animal ou à l'individu-végétal, n'existe pas. On identifie souvent le profil vertical de sol, décrit dans une

fosse, avec l'individu-sol que l'on cherche ensuite à caractériser, à classer, à cartographier. Cette identification n'est qu'un artifice. Cet artifice s'explique par la nécessité, pour étudier la couverture pédologique, de faire des trous et par la tentation alors d'identifier ces trous à des individus ; mais cet artifice se révèle à l'usage dangereux car non conforme ni à l'organisation, ni au fonctionnement de la couverture pédologique.

Cependant, au sein du milieu pédologique apparemment continu, il y a en fait des *discontinuités* et il y a des *volumes structurellement homogènes* séparés les uns des autres par ces discontinuités : des agrégats, des nodules, des horizons, délimités d'une façon plus ou moins nette. L'objectif premier de toute étude pédologique est l'identification, la description, aux différentes échelles de l'organisation du sol, depuis le microscopique jusqu'au paysage, de ces volumes structurellement homogènes et des discontinuités qui les délimitent.

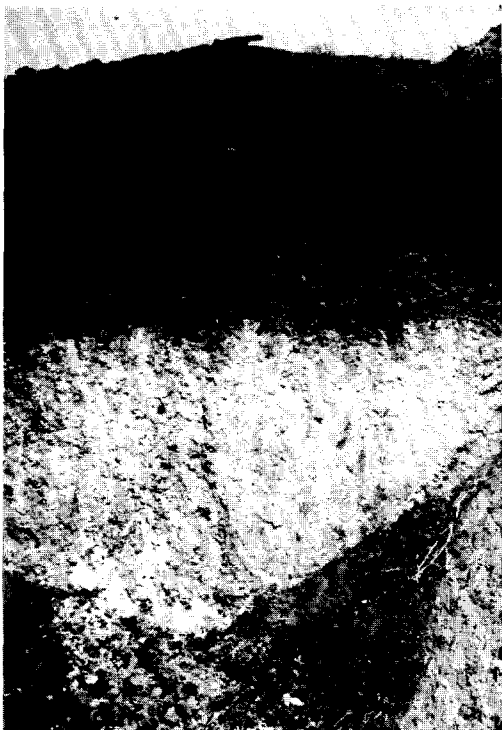
3. Le sol est un milieu dynamique, en perpétuelle évolution. Il y a en permanence, à tout moment, évolution, transformation, cycliques ou non, des constituants, des structures, des systèmes poreux. Et il y a au sein des sols, de manière permanente ou intermittente selon les cas, des transferts de matières, sur des distances, verticales et latérales, plus ou moins grandes : transferts solides, liquides, gazeux, biologiques, à l'échelle du micro-vide comme à l'échelle du bassin versant.

Ainsi vit le sol, et le sol a donc un passé et il a un futur : le passé et le futur du sol, nous verrons qu'ils sont souvent inscrits dans les paysages, les différents ensembles géographiques qui se côtoient dans une région pouvant n'être que des étapes d'une seule et même évolution du sol et du milieu.

#### De la démarche d'étude du sol

Le sol, tel que je viens d'en rappeler les principales caractéristiques, s'étudie selon une seule et même démarche

Le sol est un milieu organisé, structuré



◀ Photo 31 — Verticalement (photo A. RUELLAN).

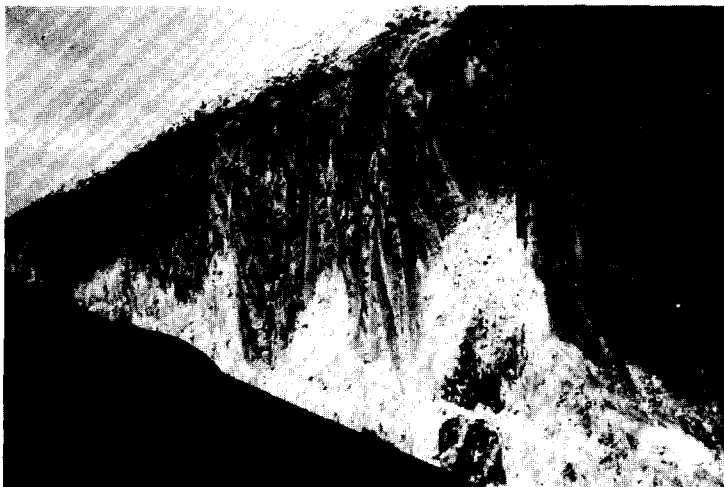


Photo 32 — Latéralement (photo A. RUELLAN).



Photo 33 — Le profil vertical décrit dans une fosse est un échantillon de la couverture pédologique. Ce n'est pas un « individu-sol ». (photo P. CURMI).

intégrée : celle de la description et de la mesure des structures et de leur fonctionnement. Cette démarche comprend trois volets principaux.

1. Etudier la couverture pédologique, c'est d'abord observer, mesurer, représenter, interpréter, les organisations morphologiques. Et ceci, on le fait aux différentes échelles, depuis le paysage jusqu'au microscope. On effectue ce que l'on appelle une « analyse structurale » de la couverture pédologique. Au cours de cette analyse structurale, trois types, trois niveaux d'organisation, sont plus particulièrement étudiés avec soin :

— Les *assemblages de base* des constituants, qui s'expriment sous la forme de couleurs, d'agrégats, de vides, de concentrations linéaires, de concentrations nodulaires. Il s'agit de reconnaître et de décrire ces assemblages de base, de reconnaître et d'analyser les constituants de ces assemblages.

— Les *horizons*, qui sont des volumes de sol ayant la forme d'une couche plus ou moins parallèle à la surface du sol, c'est-à-dire d'une couche plus ou moins horizontale. Chaque horizon se caractérise par la présence d'un ou plusieurs types d'assemblage de base.

— Les *assemblages d'horizons* : à l'échelle d'un paysage, la couverture pédologique est constituée de plusieurs horizons qui se superposent verticalement, jusqu'à la roche, et qui se succèdent latéralement le long des reliefs.

Il faut savoir, par l'observation et la mesure macroscopiques de tranchées et de sondages correctement implantés, par l'observation et la mesure microscopiques d'échantillons prélevés avec soin dans les tranchées, à l'aide donc d'observations et de mesures essentiellement discontinues, il faut savoir reconnaître et traduire graphiquement les distributions de ces trois niveaux d'organisation.

2. Le deuxième volet de la démarche, que l'on pratique parallèlement à l'analyse structurale, en fonction de cette analyse structurale, c'est la détermination et la mesure des caractéristiques des constituants et des structures : granulométrie des constituants, pH, capacités d'échange, etc. Il faut insister sur le fait que ces mesures n'ont de sens que si elles sont faites sur des échantillons prélevés avec beaucoup de soin en fonction de la réalité des organisations morphologiques.

3. Enfin, le troisième volet, très important mais souvent négligé par manque de temps et de moyens, est celui de l'observation, du suivi et de la mesure des fonctionnements, des transferts, des activités actuelles du milieu pédologique. Et ceci, il faut bien sûr aussi le faire en fonction des constituants et de leurs organisations, et en relation avec les moteurs, avec les facteurs de ces dynamiques, à savoir : le climat, les roches, le relief, les activités biologiques, les activités humaines.

La réalisation intégrée de ces trois volets d'une même démarche, permet donc d'étudier comment le sol, comment les structures pédologiques, se déroulent dans l'espace et dans le temps, et ainsi de déterminer dans quelles conditions, avec quelles précautions, le sol, et l'ensemble du milieu, peuvent être aménagés, utilisés.

## Du sol dans le paysage

Le constat est facile et clair : le sol change d'un paysage à l'autre et le sol change d'un endroit à l'autre d'un même paysage.

Il y a quatre types de corrélations entre le sol et les autres facteurs et composantes du paysage.

1. La couverture pédologique change en fonction des répartitions climatiques actuelles. Elle n'est pas la même en Sibérie et en Amazonie ; elle n'est pas la même au Nord et au Sud de la France ; elle n'est pas la même sur les bords de la Méditerranée et au sommet des Alpes. C'est la *zonalité climatique* de la distribution des caractères pédologiques ; cette zonalité apparaît bien sur les cartes pédologiques à petite échelle.

2. La couverture pédologique se modifie en fonction des roches sur lesquelles elle se développe. Elle n'est pas la même sur granite et sur calcaire, sur schiste et sur grès, sur argile et sur sable. C'est la *zonalité géologique* de la distribution des caractères pédologiques ; cette zonalité apparaît bien sur toutes les cartes pédologiques, quelle que soit l'échelle.

3. Le sol change en fonction des *couverts végétaux* : il n'est pas le même sous forêt, sous prairie, sous culture ; il n'est pas le même sous feuillus et sous conifères. Mais là, attention : les choses sont en fait plus compliquées que pour les relations climat-sol ou roche-sol ; plus compliquées parce que la relation sol-végétation n'est plus seulement celle de l'influence de la végétation sur le sol ; il peut y avoir aussi changement des couverts végétaux induit par le sol : il y a en fait là interaction entre deux composantes du milieu, la couverture pédologique et le couvert végétal. Le constat de cette interaction introduit deux notions importantes :

— celle de la couverture pédologique comme partie intégrante de l'écosystème ;

— celle de la dimension historique, c'est-à-dire de la co-évolution des sols et des couverts végétaux : l'évolution du sol entraîne l'évolution des couverts végétaux qui eux-mêmes modifient le sens de l'évolution du sol, etc.

4. Le sol change considérablement en fonction de sa situation topographique : les caractères du sol ne sont pas les mêmes à l'amont, au milieu, à l'aval d'un versant ; au milieu et sur les bords d'un plateau ; sur une pente forte et sur une pente faible ; sur une haute terrasse ou sur une basse terrasse fluviale ; etc. Et, là aussi, on peut facilement démontrer qu'il y a en fait interaction :

— morphologie du sol et morphologie du relief sont interdépendantes, dans l'espace et dans le temps ;

— dynamique du sol et dynamique du relief sont interdépendantes, dans l'espace et dans le temps.

Ainsi, de la notion, classique, du sol façonné par les composantes du milieu, du sol façonné au sein d'un paysage pré-existant, du sol façonné, à partir de roches, sur des pentes, par l'action des eaux et de la vie ; on en arrive à la notion, assez nouvelle, du sol influençant, du sol sculptant les paysages : c'est la co-évolution du sol, du relief et de la vie.

**De la co-évolution du sol, du relief et de la vie**

Je ne peux, dans le cadre de ce court article, aborder tous les aspects de ce sujet essentiel de l'intégration, spatiale et temporelle, du sol, du relief et de la vie qui sont les trois grandes composantes du paysage. J'insisterai donc seulement sur trois aspects :

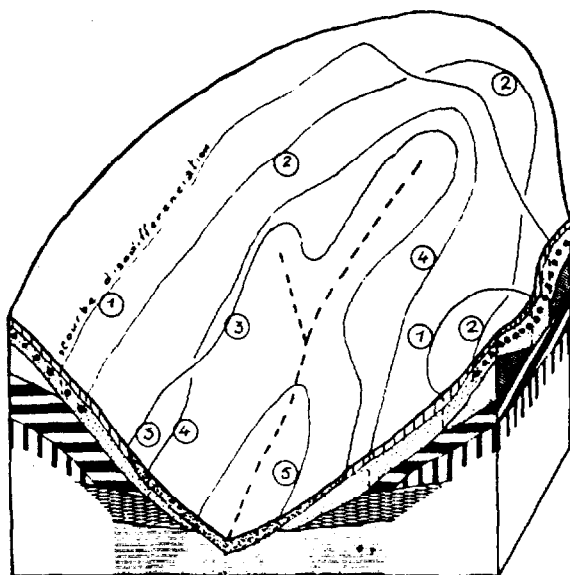
- l'organisation du milieu pédologique est à quatre dimensions : trois dimensions spatiales et une dimension temporelle ;
- le sol et les mécanismes de formation du sol, contribuent à l'élaboration des formes du relief ;
- l'utilisation du sol par l'homme transforme le sol.

**LES QUATRE DIMENSIONS DE LA COUVERTURE PÉDOLOGIQUE**

A toutes les échelles d'un paysage, des structures pédologiques (assemblages de base, horizons, superposition d'ho-



Photo 34 — Un bassin versant (photo A. RUELLAN)



Le bassin versant est un exemple d'une unité de paysage qui peut être une unité pédologique.

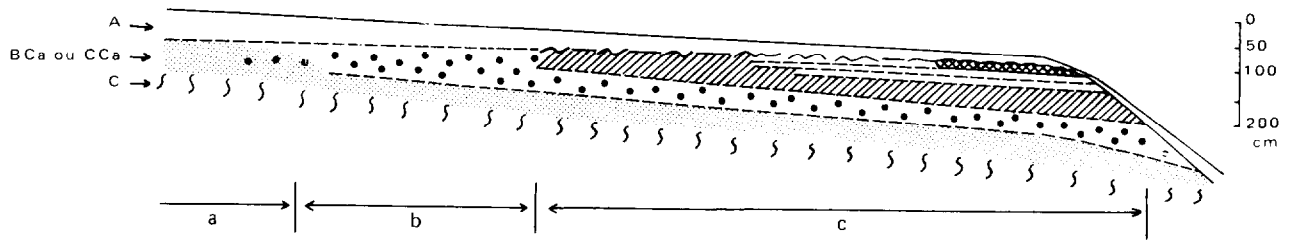
**Legende des coupes**

- a Horizon humifère gris-brun foncé, sablo-argileux. Structure grumeleuse. Porosité biologique forte. Matière organique répartie de façon homogène.
- b Horizon brun jaune, homogène, devenant légèrement plus clair à l'avant. Argilo-sableux. Porosité bien développée, tubulaire et d'assemblage d'agregats. Structure polyédrique, localement grumeleuse.
- c Concentration de nodules ferrugineux lithomorphes.
- d Horizon rouge, argileux, à structure polyédrique. Porosité visible tubulaire faible (aspect compact). Comporte des lithoreliques ferruginisées à induration croissante vers le haut.
- e Horizon rouge violacé, séricieux, argilo-limoneux. Structure massive à débit polyédrique. Porosité visible tubulaire faible (aspect compact). Comporte des lithoreliques meubles.
- f Horizon d'altération où dominent les volumes à structure conservée (sahisite) riches en muscovite et de couleur brune. Limono-argileux, struct. massive. Porosité tubul. faible.
- g Horizon humifère à répartition hétérogène de la matière organique, présentant des volumes réduits gris à cerise ocre. Sablo-argileux. Struct. à tendance grumeleuse. Poros. biologique forte.
- h Horizon à réseau rouge sur fond jaune. Les volumes jaunes augmentent en profondeur au même temps qu'ils pâlisent. Limono-argileux. Structure massive à débit polyédrique. Porosité tubul. faible.
- i Horizon blanc, sablo-limono-argileux. Toucher onctueux en humide. Porosité tubulaire plus développée que ci-dessus. Magasin de neige en saison des pluies.

Photo 35 — Représentation cartographique de la couverture pédologique d'un bassin versant (extrait de : BOULET R., HUMBEL F.X., LUCAS Y., 1982, Cahiers ORSTOM Pédologie Vol. XIX, n° 4).

EN MILIEU MEDITERRANEEN LES DIFFERENTS TYPES D'HORIZONS D'ACCUMULATION DE CALCAIRE DU SOL SONT RELIES DANS L'ESPACE (VERTICALEMENT ET LATERALEMENT) ET DANS LE TEMPS (EXTRAIT DE : RUELLAN A., 1970, MEMOIRES ORSTOM N° 54).

Relation dans l'espace (fig. 6)



Séquence de sol à profil calcaire dont la différenciation est : en a/ : faible en b/ : moyenne en c/ : forte

Exemples :

sol de type b



(photo A. RUELLAN)

Photo 36 — Accumulation calcaire sous forme d'amas friables.

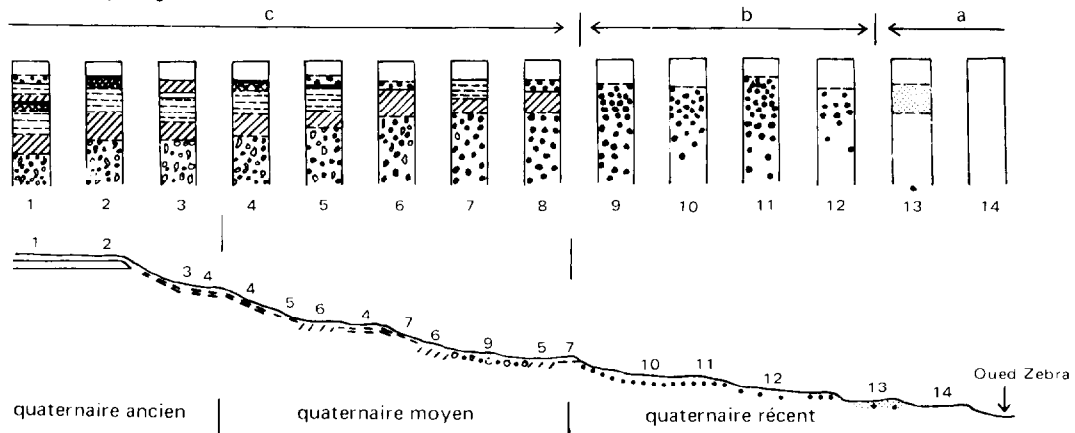
sol de type c



(photo A. RUELLAN)

Photo 37 — Accumulation calcaire sous forme de dalle sur croute sur encroûtement non feuilleté.

Relation dans le temps (fig. 7)



Légende commune relative aux formes d'accumulation

- |   |                   |
|---|-------------------|
| Distribution diffuse  | Croute            |
| Concentrations discontinues (amas granule nodule non différencié) | Dalle compacte    |
| Encroûtement non feuilleté  | Pellicule rubanée |

NB Les longueurs de ces séquences sont de quelques dizaines à quelques centaines de mètres (fig. 6)

Les différences d'altitude entre les niveaux du quaternaire ancien et récent sont de quelques dizaines de mètres (fig. 7)

rizons), apparemment très différentes et très éloignées les unes des autres, peuvent être reliées entre elles. Elles le sont dans l'espace, verticalement et latéralement, et souvent sur de grandes distances. L'existence, en particulier, de relations latérales, de transferts latéraux de matière à l'intérieur de certaines couvertures pédologiques, a été à maintes reprises démontrée. Ces transferts, qui mettent en relations spatiales la genèse et le fonctionnement de structures pédologiques différentes, donnent naissance à ce que nous appelons des toposéquences, c'est-à-dire à des distributions, à des variations orientées des caractères et des horizons pédologiques en fonction des reliefs. Ces différenciations latérales

mettent en relation, essentiellement, l'amont et l'aval des paysages, et le constat de leur existence oblige forcément à reconcevoir fondamentalement les réflexions et les pratiques concernant l'utilisation des milieux.

Les structures pédologiques sont également reliées dans le temps, c'est-à-dire que des structures apparemment très différentes les unes des autres se sont en fait succédées, et vont à l'avenir se succéder, en un même lieu. Ce sont d'ailleurs des relations spatiales, c'est-à-dire la distribution d'organisations aux différentes échelles des paysages, qui expriment ces relations historiques ; par exemple :

— les diverses structures qui s'étalent le long d'une toposé-



Photo 38 — Dans un paysage bocager, toute suppression de haie, talus, fossé, et toute modification des conditions d'utilisation du sol, a des conséquences sur le comportement du sol et de l'eau de l'ensemble du bassin versant concerné. Il faut savoir prévoir ces conséquences pour pouvoir en éviter les aspects négatifs. (photo C. MATHIEU)

quence, géologiquement homogène, peuvent être les étapes d'une seule et même évolution : ceci veut dire que chaque point de la toposéquence a connu ou connaîtra ces étapes ; — les divers types de paysages qui se côtoient dans une région, climatiquement et géologiquement homogène, peuvent être les étapes d'une seule et même évolution : ceci veut dire que chaque paysage (on peut ainsi comparer entre eux des bassins versants, ou des collines, ou des plateaux, ou des terrasses alluviales, ect.) a connu ou connaîtra les couvertures pédologiques que l'on observe dans les paysages voisins.

Il est donc indispensable, quels que soient les paysages et quelles que soient les raisons pour lesquelles on étudie les couvertures pédologiques, de toujours s'interroger sur les relations spatiales et sur les relations historiques qui existent entre les structures pédologiques d'une région :

— ces relations définissent les unités pédologiques dont il faut tenir compte quand on utilise le milieu : ces unités se caractérisent alors non pas par un « type de sol » ou par « plusieurs types de sol associés », mais par des variations orientées et dynamiques de structures, de caractères pédologiques ;

— ces relations définissent aussi les conséquences probables sur l'ensemble d'un paysage, un bassin versant par exemple, d'une intervention sur un point de ce paysage : quand on supprime une haie et un fossé dans un bocage, quand on effectue un drainage à l'aval d'un versant, quand on épand des effluents à l'amont d'une pente, quand on taille une route dans une colline, quand on rectifie une pente pour construire un bâtiment, etc. il faut à chaque fois s'interroger sur les conséquences possibles de l'intervention sur l'amont et sur l'aval du lieu de l'intervention, et ceci sur des distances qui peuvent dépasser l'échelle du kilomètre.



## 2. LES RESPONSABILITÉS DU SOL DANS L'ÉLABORATION DES FORMES DU RELIEF

Le rôle, dans l'élaboration des reliefs, du sol et des mécanismes de formation du sol, ne se réduit pas à la simple préparation d'un matériau plus facile à éroder. Il y a aussi façonnement des ondulations du relief, ou aplanissement du relief, du fait des transformations qui se produisent au sein des sols : transformations minéralogiques, soutirages de matières, genèse de structures nouvelles.

Ainsi, dans la plupart des couvertures pédologiques, on peut distinguer trois ensembles superposés :

— A la base des manteaux d'altération, il y a un ensemble d'altérites plus ou moins épaisses, où les mécanismes pédologiques ne perturbent pas les principales structures et les volumes originels des roches. Les soutirages, les transformations, les épigénies, les genèses de structures nouvelles, s'y font avec conservation des volumes, donc sans influence directe sur le relief. Seule la création de structures et de discontinuités nouvelles peut déjà, éventuellement, modifier la circulation des eaux, donc modifier l'alimentation latérale des sources et des rivières dont le pouvoir d'érosion et de transfert peut ainsi être influencé.

— Au-dessus, l'accentuation des soustractions provoque la destruction de l'isovolume. Il y a déformation et effondrement des structures lithologiques, tassement des volumes, développement des différenciations structurales pédologiques. La surface du sol enregistre ces affaissements. C'est au sein de ce deuxième ensemble que les migrations latérales prennent souvent beaucoup d'importance : il peut s'agir alors d'une véritable érosion interne, dont le rôle aplanissant est significatif. Certaines différenciations structurales peuvent, par ailleurs, en créant des plans de discontinuité, faciliter le déclenchement de véritables glissements de terrain.

— Enfin à la surface du sol, l'érosion travaille sur les matériaux longuement préparés par les mécanismes pédologiques, résiduels de la pédogénèse. L'intensité de cette érosion dépend à la fois des types de porosité et de la fragilité des structures, qui conditionnent d'une part la pénétrabilité de l'eau dans le sol, donc le ruissellement, d'autre part la résistance à l'arrachement et au transport des particules et des agrégats.

Au total, les mécanismes pédologiques influencent les reliefs parce qu'il y a :

— modification des volumes des matériaux : ceci se répercute à la surface par des abaissements différenciés, voire par des surélévations ;

— modification des porosités : ceci influence la dynamique des eaux (localisation, sens, vitesse), donc les phénomènes d'érosion superficielle et sub-superficielle.

A ceci s'ajoutent et c'est très important, les modifications qui se produisent dans le domaine de la résistance des matériaux (fracturations, dissolutions, arrachements de particules...).

## LES RESPONSABILITÉS DE L'HOMME DANS L'ÉVOLUTION DE LA COUVERTURE PÉDOLOGIQUE

L'utilisation du sol par l'homme transforme le sol, et ceci

souvent très fort et très vite. Transformation du sol, donc bien sûr transformation du paysage et, en particulier, transformation du relief.

A plusieurs reprises, dans différentes régions du monde, on a comparé, avec soin, des couvertures pédologiques non utilisées et des couvertures pédologiques utilisées de différentes manières. De même, à plusieurs reprises, on a suivi l'évolution du sol au fur et à mesure des défrichements et des mises en valeur.

Ces études comparatives, menées dans l'espace et dans le temps, ont souvent révélé que les ruptures d'équilibres provoquées par ces changements, qui ne concernent à première vue que la surface du sol, entraînent en fait, et souvent très rapidement, des modifications pédologiques spectaculaires, et en particulier des modifications très importantes dans la morphologie superficielle et dans la morphologie profonde du sol : il y a érosion du sol, bien sûr, mais bien d'autres phénomènes, tout aussi graves, se produisent et très souvent l'érosion n'est, en fait, que le résultat superficiel, apparent, de modifications beaucoup plus profondes, en général d'ordre structural. Parmi ces modifications, on peut citer :

— le tassement du sol, qui se produit lors des défrichements et lors des opérations de mise en valeur ; ces tassements se font aussi bien en surface qu'en profondeur du sol ;

— les transformations et les appauvrissements des activités biologiques ;

— les dessiccations extrêmes qui se produisent, pendant les saisons sèches, au sein du sol dont la couverture végétale a été totalement modifiée.

Toutes ces transformations :

— affectent les structures et les porosités du sol, en surface et en profondeur ;

— modifient le sens des circulations des eaux qui deviennent de plus en plus latérales ;

— déclenchent des entraînements nouveaux de matière, en profondeur, et en surface, cela pouvant aller jusqu'à des érosions très graves.

Au total, on va donc vers des ensembles pédologiques dont les potentialités diminuent considérablement, non seulement à cause de l'érosion, mais aussi à cause des modifications profondes que connaissent les organisations et les constituants du sol.

## Conclusion : structure et utilisation des couvertures pédologiques dans le cadre de leurs paysages

Sol et paysage sont donc étroitement associés, intégrés : les quelques lignes et images de cet article résument l'essentiel de ce que l'on sait aujourd'hui sur ce sujet.

Mais l'important à retenir n'est pas seulement cela. Il faut aussi retenir, et c'est fondamental, les visions structurées et dynamiques de la couverture pédologique, les visions structurées et dynamiques des relations de cette couverture avec le paysage : c'est essentiel pour comprendre ce que l'on voit, c'est essentiel pour planifier toute utilisation du milieu.

Le sol est, pour l'homme, source de nourriture : c'est sa fonction la plus reconnue. Mais le sol est aussi source de matériaux et source d'énergie ; il est aussi régulateur des régimes

hydrologiques et de la qualité des eaux ; il est encore support de ce que l'homme construit. Il faut donc savoir utiliser le sol : utiliser c'est-à-dire lui faire jouer au mieux ses fonctions alimentaires, énergétiques, hydrologiques, épuratrices, mécaniques, etc., et ceci tout en le conservant. Cela nécessite, pour réussir, une attention maximum, non seulement à la couverture pédologique elle-même dans ses dimensions spatiales et historiques, mais aussi au cadre, au paysage, auxquels elle appartient.

Retenons alors ceci : le sol étant, comme le paysage, une structure dynamique, un milieu à quatre dimensions, son utilisation rationnelle, c'est-à-dire à la fois productive et conservatrice, ne peut être ni individualiste ni homogène :

— elle ne peut être individualiste, car au sein d'un paysage, toute intervention en un point de ce paysage peut avoir des conséquences multiples sur l'ensemble du paysage, le sol étant le principal responsable, le principal conducteur, de ces liens latéraux ;

— elle ne peut être homogène, car au sein d'un paysage

les modes d'utilisation doivent se calquer sur les variations latérales des structures pédologiques.

Pour avoir trop souvent méconnu cela, pour avoir méconnu les réalités structurelles et dynamiques de la couverture pédologique, l'homme, et surtout l'homme moderne, l'aménageur, le planificateur d'aujourd'hui, l'homme a provoqué et continue à provoquer des atteintes graves aux potentiels des couvertures pédologiques et des paysages.

Il faut arrêter ce gâchis, grave pour l'avenir. On en a les moyens ; des connaissances sont là et continuent à être accumulées, mais il faut les utiliser, les faire utiliser et pour cela les faire connaître : c'est l'ambition de l'exposition « podzols, rendzines et les autres... connaissez-vous les sols ? » présentée au Palais de la Découverte, à Paris, du 25 octobre 1984 au 28 avril 1985. Il faut féliciter les auteurs de cette exposition, réalisée sous l'égide de l'Association Française pour l'Etude du Sol ; il faut féliciter les visiteurs de cette exposition, sur lesquels on doit compter pour faire connaître l'importance du sol pour l'avenir dont nous sommes tous responsables.