

ESTUDO E CARTOGRAFIA DE FORMAÇÕES  
SUPERFICIAIS E SUAS APLICAÇÕES  
EM REGIÕES TROPICAIS

TEMA III

FORMAÇÕES SUPERFICIAIS E PEDOLOGIA

Presidente: J.S. CIBANTOS  
Relatores: G.AUBERT e A.J. MELFI  
Secretários: P. NAKASHIMA e  
J.P. COUTARD

18 MAI 1987

O.R.S.T.O.M. Fonds Documentaire  
N° : 20700 ext  
Cote : B 76

TEMA III

FORMAÇÕES SUPERFICIAIS E PEDOLOGIA

SÍNTESE DO RELATOR

G. AUBERT\*

Comme il a été souvent indiqué, l'étude des formations superficielles est indispensable pour la compréhension de la géomorphologie d'une région et de ses paysages (A. JOURNAUX, 1972).

On oppose souvent cette étude des formations superficielles à celle des formations pédologiques. La première insiste surtout sur l'histoire de la mise en place des matériaux et sur la formation du paysage, en soulignant l'importance des événements les plus anciens; les études expérimentales sont devenues maintenant un complément fondamental aux observations de terrain, analyses de documents d'origine aérienne et analyses d'échantillons (A. JOURNAUX loc.cit.).

Les secondes s'attachent surtout à la compréhension de l'évolution du matériau depuis sa mise en place, en faisant davantage ressortir le rôle des facteurs biologiques. On doit cependant reconnaître que de plus en plus, et en particulier à la suite des travaux de A. RODE (1961), de V. KOVDA (1964) et de beaucoup d'autres auteurs de divers pays, la conception historique de l'évolution des sols est prise comme une base essentielle de leur connaissance. Là aussi les études expérimentales apportent un appui singulier qu'il s'agisse de celles concernant la formation du matériau originel à partir de la roche (G. PEDRO, 1964) ou les mouvements des substances sous l'influence des éléments organiques (SOUCHIER, 1971, TOUTAIN, 1974) de l'eau de pluie qui percole (M. LAMOUREUX, 1972) ou de la remontée capillaire des solutions à partir de la nappe phréatique (MASSOUMI, 1968).

En fait, cette opposition est sans valeur. Etude des formations superficielles et des paysages et études pédologiques se complètent; leurs résultats s'expliquent les uns les autres.

Les caractères physiques et chimiques des formations superficielles ainsi que leur âge et leur disposition influent fondamentalement sur la pédogenèse et le sol a une histoire qui recouvre, au moins partiellement, celle du matériau. Diverses conséquences de la pédogenèse provoquent des modifications des formes des paysages et peuvent jouer sur la disposition et l'histoire ultérieure des formations superficielles ainsi que sur certaines de leurs caractéristiques.

---

\* Membre et ancien Président de l'Académie d'Agriculture de France, Professeur et Directeur de Recherches en Pédologie (O.R.S.T.O.M.)

## I - INFLUENCE DU MATÉRIAU SUPERFICIEL SUR LA PÉDOGENÈSE

Cette influence a été bien mise en évidence depuis longtemps et les exemples en abondent, surtout sous climat tempéré, comme il a été montré par de nombreux auteurs. Ainsi sur quelques kilomètres autour de Grignon, près de Paris, les sols appartiennent à 3 classes différentes par suite des caractères physiques et chimiques de leur matériau et à 2 classes supplémentaires en fonction de la position topographique de celui-ci (G.AUBERT 1945 *et seq.*).

L'influence de la granulométrie et de la porosité du matériau porte principalement sur l'intensité de la percolation des eaux et de l'entraînement des éléments, par lixiviation et surtout par lessivage. Sa pauvreté en bases est un facteur essentiel de l'acidité du milieu dont tant de processus d'évolution du sol dépendent. Elle provoque souvent, en fonction des conditions climatiques du lieu, une décomposition limitée des résidus végétaux et peut, ainsi, indirectement favoriser la dégradation chimique des matériaux et des argiles. Sa richesse en certains cations tels que Ca, Mg, Na etc... a des répercussions importantes sur les mouvements de substances dans le sol et souvent oriente certaines néosynthèses en particulier de produits argileux. Le cas de la formation des sols salsodiques en zone aride à partir de matériaux riches en sel solubles, chlorures, sulfates, carbonates de sodium ou de magnésium en est un exemple bien connu (G.AUBERT, 1977). Cette influence de la composition chimique du matériau sur la pédogenèse s'observe aussi en pays tropical humide, comme dans le cas de la différenciation entre sol ferrugineux tropical et sol ferrallitique en fonction de sa richesse en bases en Côte d'Ivoire forestière, ou entre sol ferrallitique et vertisol en fonction de sa teneur en minéraux ferro-magnésiens dans la vallée du Mono au Togo.

D'innombrables exemples de cette influence des caractères physiques et des propriétés chimiques des formations superficielles sur les sols qui s'y développent peuvent aussi être observés au Brésil. Dans son rapport, B. de OLIVEIRA insiste sur l'importance de certains de ces caractères, pas toujours suffisamment précisés dans la définition des formations superficielles, à la fois pour la compréhension des sols et pour les conséquences que l'on peut en tirer, en vue d'applications pratiques.

Certains de ces caractères, parfois essentiels dans l'évolution actuelle du sol, ne sont, en fait, bien souvent, que le résultat des premiers stades de pédogenèse, peut-être dans des conditions climatiques assez voisines des conditions actuelles. Comme l'ont souligné tant d'auteurs de nombreux pays - en particulier A. RODE (1961), V. KOVDA (1964), G. BOCQUIER (1973) -, le sol, au cours des millénaires de son évolution parcourt toute une chronoséquence de stades successifs et interdépendants. Ainsi la podzolisation en conditions d'hydromorphie ne se développe actuellement sur les sables des savanes littorales de Guyane, que par suite de la transformation du matériau superficiel sableux qui a acquis un horizon d'accumulation argileuse au cours des premiers stades de lessivage intense en milieu ferrallitique (J. TURENNÉ, 1977).

Comme nous le verrons ultérieurement, ces transformations d'origine pédogénétique du matériau superficiel peuvent donner naissance à des modifications du modèle et, dans de nombreux cas, à des superpositions de matériaux qui souvent font penser à des successions de dépôts (sols ferrallitiques ou fersiallitiques lessivés, sols ferralli

tiques éluvies, etc...).

Parmi les caractères importants, et de plus en plus souvent notés, des formations superficielles, est la nature de leur complexe argileux (I.F. LEPSCH, 1978). Dans la plupart des cas, en particulier en région tropicale, elle est modifiée, plus ou moins totalement, par la pédogenèse même dans les niveaux les plus superficiels. Leur caractérisation minéralogique et géochimique, est ainsi un élément important de la définition, à la fois, des formations superficielles et des types de sols. Aussi l'étude géochimique des couvertures pédologiques du Brésil et leur cartographie, si bien exposées dans le rapport de A.J. MELFI, G. PEDRO et B. VOLKOFF présentent-elles un intérêt très particulier, dans le cadre de ce thème du Colloque.

## II - INFLUENCE DE LA POSITION TOPOGRAPHIQUE DES FORMATIONS SUPERFICIELLES SUR L'ÉVOLUTION DU SOL

Il est bien connu que la position topographique du matériau superficiel et donc du sol influe considérablement sur le mode d'évolution et sur l'acquisition des caractères essentiels de ce dernier. La conséquence en est le développement de toposéquences présentant des successions analogues de matériaux et de sols semblables, ou de séries homologues, si bien décrites et interprétées, par exemple, dans la région de Marília, de l'Etat de São Paulo (J. PEREIRA DE QUEIROZ NETO *et al.*, 1978).

Les processus qui interviennent et les facteurs de cette différenciation sont très complexes. Sans les reprendre tous en détail, comme les variations du pédoclimat en fonction des positions topographiques, il paraît utile de rappeler ceux, possibles, des différentes conditions de circulation des eaux et de rapports avec la nappe phréatique. En régions humide, il peut alors se différencier des sols aux couleurs variées dues à des états différents d'hydratation de certains oxy-hydrates, ou de réduction du milieu; en région aride, c'est souvent la formation de sols salsodiques en tel ou tel lieu du paysage qui peut leur être rattachée (G. AUBERT, 1977).

Tout aussi importante est la liaison entre position topographique et nature ou caractère du matériau superficiel et donc type de sol. En effet, surtout dans des matériaux mis en place depuis des temps très longs et dans des sols évoluant depuis des centaines de millénaires, comme cela est si fréquent en zone intertropicale d'Afrique mais aussi d'Amérique du Sud, les modifications mécaniques du matériau et du sol, principalement dans leurs niveaux et horizons supérieurs ont été extrêmement fréquentes.

Il peut s'agir de transports très massifs par érosion et par colluvionnement, d'apports comme ceux signalés dans la région de Marília (J. PEREIRA DE QUEIROZ NETO *et al.*, 1973 - *loc.cit.*) et en tant d'autres régions. Il peut s'agir de remaniements des horizons supérieurs, si fréquents en Afrique tropicale humide (G. AUBERT, 1966), mais également au Brésil et qui introduisent souvent dans les profils des hétérogénéités texturales, soulignées parfois par des différenciations pédologiques ultérieures (I. LEPSCH, 1978).

Ces transformations mécaniques du matériau, par remaniement, colluvionnement, mais aussi par apport éolien, non seulement bouleversent les sols et leur évolution mais aussi, peuvent, dans bien des cas, leur donner des caractères remarquables de fertilité, comme cela s'observe dans la bordure andine de Colombie (MANUEL DEL LLANO, 1978).

Dans de nombreuses régions le degré d'altération du matériau et le type d'évolution du sol sont en relation avec sa position topographique. Cela peut s'observer dans des pays où les modifications climatiques n'ont que peu joué au moins au cours des périodes récentes. Il en est ainsi dans certaines vallées où les sols sont plus évolués et différenciés sur les terrasses les moins jeunes, comme dans une grande partie du Maroc (G. BEAUDET, G. MAURER et A. RUELLAN, 1967). Des exemples en ont été donnés pour des zones de plateaux et de glacis, en particulier dans la région de Marília (J. PEREIRA DE QUEIROZ NETO, *et al.* - *loc.cit.*) ou de Conchas-Anhembí (C.R. ESPINDOLA *et al.*, 1978). La liaison entre ces caractères des sols et leur emplacement par rapport au revers du plateau dans un cas, et leur position dans l'une ou l'autre des 3 principales unités géomorphologiques dans l'autre, est très nette.

L'ancienneté plus ou moins grande de la mise en place du matériau et de l'évolution du sol, en liaison avec leur position topographique, et indiquée par elle, ne joue pas seulement par le nombre d'années depuis lequel le sol a commencé à évoluer, mais aussi à travers les variations qu'ont pu subir les différents facteurs de cette évolution.

L'effet des variations du climat et de la succession des divers types qu'il a pu représenter au cours de la suite des périodes, sur l'évolution des sols, l'apparition et la possible persistance de leurs caractères particuliers, a été souvent étudié dans différentes régions du monde par les géographes, géomorphologues, géologues du Quaternaire, pédologues etc. Pour les zones intertropicales d'Afrique, les travaux de RUHE, MICHEL, BOURGEAT, BATTISTINI, sont devenus classiques. Il en est de même pour ceux de nombreux auteurs en Amérique du Sud. Nous ne citerons que certains de ceux qui concernent l'Amazonie, et qui font ressortir, après une période assez humide et chaude au début du pléistocène, un climat plus froid et plus sec jusqu'à environ 13.000 ans avant la période actuelle, alors qu'il y est, depuis, redevenu plus chaud, et, irrégulièrement, plus humide, avec cependant des périodes relativement plus sèches comme entre -4.000 et -2.000 ans B.P. (J. TRICART, 1974, A. JOURNAUX, 1975).

De telles variations de climat, au cours de ces longues périodes, même si elles paraissent souvent être moins accentuées en ces régions intertropicales qu'en zones tempérées, sont toujours accompagnées aussi de changements importants dans la végétation.

On envisage plus rarement les modifications qui s'observent en même temps dans les conditions de drainage et qui peuvent transformer complètement le processus d'évolution des sols et leur typologie. Cela a été signalé dans le cas de la plaine côtière du Rio Grande do Sul (P. SCHNEIDER *et al.*, 1978). Au cours de ces périodes d'évolution des sols des mouvements tectoniques, même d'assez faible amplitude, peuvent aussi intervenir, générateurs dans un sens, d'une aggravation d'une érosion dévastatrice comme sur les Hauts Plateaux de Madagascar (F. BOURGEAT, 1972), ou, au contraire, dans l'autre sens, d'un engorgement et d'un développement de l'hydromorphie (J. TURENNE, 1977 - *loc.cit.*).

A très court terme - quelques dizaines d'années - seuls les changements de végétation capables de provoquer de dures variations du pédo-climat peuvent produire des transformations très importantes des sols et surtout de leurs caractères physiques, com

me l'a montré A. CHAUVEL (1977) pour ceux de Casamance dans le Sud du Sénégal.

### III - INFLUENCE RÉCIPROQUE DE LA MORPHOGENÈSE ET DE LA PÉDOGENÈSE

Comme nous l'avons vu ci-dessus, l'influence des divers caractères et de la position des formations superficielles est très forte dans le déroulement de la pédogenèse, en sens inverse l'évolution, par pédogenèse, des couches supérieures du matériau favorise souvent leur remaniement et la naissance de nouveaux paysages ou au contraire leur maintien, empêchant toute nouvelle morphogenèse. Dans quelques cas cette influence est réciproque et se produit sur le déroulement d'un processus au fur et à mesure qu'elle se développe dans l'autre.

Tel est le cas de la formation des cuirasses et carapaces d'accumulation absolue ou des nappes de gravats (ou *stone-lines*) qui dépend très largement de la constitution, de la position et de la forme des matériaux superficiels. En s'intensifiant, elle stabilise, par leur induration, la forme de ces derniers; le creusement des vallées, par exemple, ne se produit plus qu'à leur pied et par leur destruction par érosion, alors même qu'elles continuent à s'étendre (R. MAIGNIEN, 1958). On peut retrouver des exemples de telles influences réciproques dans la formation par accumulation pédogénétique des segments avals de certains glacis des zones arides et leur aplanissement.

### IV - INFLUENCE DE LA PÉDOGENÈSE SUR LES FORMATIONS SUPERFICIELLES

Les processus de pédogenèse modifient presque toujours les caractères et la répartition des éléments des formations superficielles, que ce soit par acidification superficielle ou accumulation d'éléments basiques en surface (remontée capillaire, ou décomposition de résidus végétaux), que ce soit par lessivage et accumulation en profondeur, ou par appauvrissement, que ce soit par transformation géochimique des minéraux.

Ils ont aussi fréquemment une influence, le plus souvent indirectement, sur la forme et la disposition de ces matériaux.

Les grands plateaux cuirassés et les immenses surfaces d'érosion, couvertes de carapaces d'accumulation relative, en s'indurant, procurent à ces reliefs une protection au moins prolongée sinon permanente. Des exemples en existent en divers points d'Amérique du Sud.

Un autre exemple remarquable en est aussi la différenciation des reliefs locaux en demi-oranges en sols ferrallitiques, en longs glacis dominés d'inselbergs en sols ferrugineux tropicaux. Dans le premier cas la pédogenèse est toute en hydrolyses et entraînements ininterrompus par dissolution; dans le deuxième, en enlèvement progressif, et plus par saccades, d'éléments comme l'argile, et en leur redépôt, au moins en partie, aux pieds des chaînes à l'aval desquelles les sols se bourrent par accumulation des corps entraînés, et néosynthèses d'argiles, le plus souvent du type des smectites, alors que les amonts se vident. Dans la mise en place de ces glacis très aplanis, l'aval des chaînes de sols tend à se relever par apport, et leur amont, à s'effondrer par lixiviation, lessivage et appauvrissement. La partie médiane est le lieu où se développent des processus d'hydromorphie et d'accumulation à faible profondeur de divers éléments.

Sa constitution se transforme et sa structure se dégrade. Comme l'a montré G. BOCQUËR (1973 doc. cit.), ces divers processus pédogénétiques tendent à aplanir encore plus le paysage.

Dans beaucoup de sols formés sur les matériaux sableux ou sablo-argileux, le processus de pédogenèse par lessivage de l'argile a transformé les horizons supérieurs en les rendant de plus en plus sableux. Souvent, surtout en période climatique plus aride, cela a permis ou, au moins, favorisé, leur remaniement par érosion éolienne. Par place, ces horizons lessivés sont de faible épaisseur; ailleurs ils peuvent s'être accumulés sur plusieurs mètres sous des formes dunaires.

De tels phénomènes ont été déjà décrits au Maroc ou dans l'Ouest de l'Algérie (plateau de Mostaganem); ils semblent s'être produits aussi au Brésil, dans la plaine côtière du Rio Grande do Sul (P. SCHNEIDER *et al.*, 1978 op.cit.).

Enfin, en permettant une différenciation texturale beaucoup plus nette de certains niveaux des matériaux, les processus pédogénétiques, tels que ceux de lessivage, leur procurent des allures de dépôts successifs superposés. Il n'est pas toujours très facile de préciser leur signification et leur origine, surtout si les données granulométriques, minéralogiques, etc... sur lesquelles on peut appuyer les interprétations sont trop schématiques (B. de OLIVIERA 1978, *loc. cit.*, I. LEPSCH, 1978, *loc. cit.*).

#### V - CARTOGRAPHIE DES FORMATIONS SUPERFICIELLES ET DES SOLS

Il ne paraît pas être de notre propos ici d'entreprendre une étude comparative des modes, méthodes et types de cartographie des formations superficielles, des sols et des paysages, de leurs avantages et possibles défauts ou inconvénients. Nous nous bornerons à rappeler quelques types de cartographie bien connus et à signaler certains plus récents et dont plusieurs ont fait l'objet de rapports adressés à ce Colloque. Pour ce qui est de la cartographie des formations superficielles et de celle des caractères géomorphologiques du milieu, on peut se reporter aux travaux de J. TRICART, de A. JOURNAUX - en particulier ses exposés synthétiques récents (1972-1975) *loc.cit.* - de J.P. de QUEIROZ NETO et de J. PELLERIN (1974) ainsi qu'au remarquable travail de Y. DEWOLF (1978).

Un autre type de cartographie nous est présenté aujourd'hui: la cartographie pédogéochimique des couvertures pédologiques du Brésil. Les caractéristiques géochimiques utilisées, présence ou absence de gibbsite dans des couvertures ferrallitiques, existence de smectites, ou d'éléments siallitiques mixtes, dans le cas de la représentation des liaisons Si-Al; dans le cas des combinaisons Fe-Si, absence d'oxydes de fer libres, ou répartition des couvertures à goéthite ou à hématisite ou aux deux éléments associés, ou superposés, permettent une définition originale mais très utile des formations superficielles et une première vision des conditions globales de la pédogenèse. Celles-ci sont ensuite mieux exprimées par la carte des propriétés du complexe absorbant, en particulier de son degré de saturation et par celle des mécanismes de l'altération.

C'est un élément de base de grande valeur pour établir une carte des sols eux-mêmes et pour comprendre leur répartition.

Des cartes des sols ont été établies au Brésil en particulier par l'équipe de P. CAMARGO, mais aussi dans tous les pays voisins, Uruguay (DURAN et ECHEVARRIA, 1977), Guyane, Vénézuéla (Ph. BLANCANEUX, 1977) etc...

Un autre exemple de cartographie des sols, appliquée il est vrai à zone tropicale d'un autre continent nous est donné dans le rapport de A. CHAUVEL (1978 *loc. cit.*).

Une des utilisations de la cartographie régionale du milieu, à des échelles de 1/50.000 à 1/250.000, et de type détaillé ou semi-détaillé, est de servir de base à l'établissement de projets de développement. La carte des sols utilise comme documents de base, outre les diverses photographies aériennes et, parfois, déjà, les imageries de satellites, les différentes cartes envisagées ci-dessus. Souvent, comme en France, chaque feuille de carte pédologique comprend aussi des cartons géomorphologiques, de végétation...etc, ou, comme en Algérie (M. POUGET) elle est accompagnée de ces diverses autres cartes, à la même échelle et l'ensemble est synthétisé en une carte des aptitudes des sols à la mise en valeur.

Dans d'autres cas, seule la reconnaissance géomorphologique est réalisée en même temps que la prospection pédologique, les deux s'appuyant l'une sur l'autre (Ph. BLANCANEUX, 1977 - *loc. cit.*).

Enfin, une intégration a été recherchée des données géomorphologiques et pédologiques, en particulier sous l'impulsion de J. TRICART, depuis déjà près de 10 ans et des pédologues de l'I.R.A.T. Suivant les zones étudiées, plus ou moins d'importance est réservée aux unités pédologiques et aux caractères des matériaux superficiels par rapport à celles qui concernent les conditions géomorphologiques proprement dites. A l'extrême, il n'est plus noté, sur le plan des sols, que des caractérisations pédogénétiques très globales.

Un autre effort porte sur la définition de paysages pédologiques reportés sur la carte elle-même, qui est à l'échelle de 1/200.000, et explicités, chacun d'eux, en des cartons à 1/50.000 (V. ESCHENBRENNER et L. BADARÉLLO, 1975).

Une dernière méthode d'étude du milieu naturel en vue de sa cartographie intégrée nous est proposée par Y. CHATELIN qui l'utilise en Côte d'Ivoire avec divers collègues, géographes, botanistes etc... Elle ne s'appuie plus sur une classification d'unités de sols et d'espèces d'une floristique, mais sur un langage, d'ailleurs entièrement renouvelé, indéfiniment ouvert et adapté à une combinatoire. Elle est ainsi prise comme base d'une étude transdisciplinaire des sols et de leurs caractères, de la végétation et de sa structure, ainsi que de la surface du sol qui doit être considérée comme un terme de passage et non comme une limite. Cette méthode, très nouvelle jusque dans sa philosophie doit pouvoir mener à une représentation de la variation spatiale des divers éléments.

En terminant il me paraît bon de reprendre le titre du rapport de A. CHAUVEL: La cartographie, moyen d'étude de la pédogenèse et de l'histoire des sols - On doit, je pense reconnaître que pour toute étude en vue de la compréhension non seulement des sols mais de tout élément du milieu naturel et de son ensemble, la cartographie fondée sur un travail de terrain intense et répété, est la démarche primordiale.



## BIBLIOGRAPHIE

- AUBERT, G. - 1945 *et seq.* Cours de pédologie générale. ORSTOM, Paris.
- AUBERT, G. - 1966 - Les remaniements dans les profils de sols. Conf. médit. des sols. Madrid.
- AUBERT, G. - 1977 - La carte des sols salés d'Afrique. *in* Proc. Conf. A.A.A.S. UNESCO. Using saline Water. Texas Techn. U., 1977, Texas Lubbock, U.S.A.
- AUBERT, G. et BOULAIN, J. - 1972 - La pédologie, Que sais-je ? P.U.F., Paris, 120 p.
- BEAUDET, G., MAURER, G. et RUELLAN, A. - 1970 - Le Quaternaire marocain; nouvelles observations et hypothèses. Revue de Géogr. physique et de Géologie dynamique.
- BERTRAND, R. - 1972 - Morphopédologie et orientations culturelles des régions soudanaises du Sine-Saloum. Agron. Trop. XXVII, II, pp. 1115-1190.
- BLANCANNEAUX (Ph.) - 1977 - Metodologia propuesta para el levantamiento de suelos del territorio federal amazonas. Caracas, 13 p.
- BOCQUIER, G. - 1973 - Genèse et évolution de deux toposéquences de sols tropicaux du Tchad. Mém. ORSTOM 62, Paris, 350 p., 4 pl. phot.
- BOURGEAT, F. - 1972 - Sols sur socle ancien à Madagascar. Mém. ORSTOM, 57, Paris, 335 p., 5 pl. phot.
- CHATELIN, Y. - 1978 - Une nouvelle méthodologie de l'étude du milieu naturel. Col.Est. Cart.Form.Sup.Aplíc.Reg.Trop., S.Paulo, Vol. I
- CHAUVEL, A. - 1978 - La cartographie considérée comme un moyen d'étude de la pédogenèse et de l'histoire des sols. Col.Est.Cart.Form.Sup.Aplíc.Reg.Trop., S.Paulo, Vol. I
- DURAN, A., ECHEVARRIA, A. *et al.* - 1976 - Carta de reconocimiento de suelos del Uruguay, I. Clasificación de suelos, Montevideo, 97 p., carte.
- ESPINDOLA, C.R.; QUEIROZ NETO, J.P. & GALHEGO, H.R. - 1978 - Relações entre os solos e o relevo na zona do Baixo Rio do Peixe. Col.Est.Cart.Form.Sup.Aplíc.Reg.Trop., S.Paulo, Vol. I
- ESCHENBRENNER, V. *et* BADARELLO, L. - 1975 - Carte des paysages morphopédologiques à 1/200.000, Odienné (C.d'I), 95 p., cartes, tabl.
- JOURNAUX, A. - 1972 - L'étude des formations superficielles en France, Com.Nat.Fr. géogr.-Rech.géogr.France, 10, pp. 73-78.
- JOURNAUX, A. - 1975 - Recherches géomorphologiques en Amazonie brésilienne. Centre géom., CNRS, Caen, 20, 68 p., phot.
- KILIAN, J. - 1974 - Etude du milieu physique en vue de son aménagement. Agron.Trop., XXIX, 2-3, pp. 141-153.
- KOVDA, V. - 1964 - Similitudes et différences dans l'histoire des sols des continents. C.R. 8e Congr. int.Sc.Sol., Bucarest, I, pp. 143-159.
- LAMOUROUX, M. - 1972 - Etude de sols formés sur roches carbonatées. Pédogenèse fersialitique au Liban. Mém. ORSTOM 56, Paris, 266 p., 8 pl. phot.

- LEPSCH, I. - 1978 - Formações superficiais de origem dos latossolos de São Paulo. Col. Est.Cart.Form.Sup.Aplic.Reg.Trop., São Paulo, Vol. I
- LLANO, M. del - 1978 - A renovação do meio ecológico como fator importante na formação e fertilidade dos solos equatoriais. Col.Est.Cart.Form.Sup.Aplic.Reg.Trop., São Paulo, Vol. I
- MASSOUMI, A.M. - 1968 - Etude expérimentale sur le mécanisme du mouvement capillaire de l'eau et des sels solubles dans le sol. ORSTOM Paris, 120 p.
- MELFI, A.J.; PEDRO, G. & VOLKOFF, B. - 1978 - Cartografia pedogeológica das coberturas pedológicas do Brasil. Col.Est.Cart.Form.Sup.Aplic.Reg.Trop., São Paulo, Vol. I
- OLIVEIRA, B. de - 1978 - Formações superficiais. Viabilidade de emprego em projetos de planejamentos territoriais e de execução no Brasil. Col.Est.Cart.Form.Sup.Aplic.Reg.Trop., São Paulo, Vol. I
- PEDRO, G. - 1964 - Contribution à l'étude expérimentale de l'altération géochimique des roches cristallines. Ann. Agron. XV, 2, pp. 85-191; 3, pp. 243-333; 4, 339-456.
- PELLERIN, J. - 1974 - O problema da cartografia das formações superficiais em regiões tropicais. O exemplo do Brasil. Not.geomorfol., Campinas, 14, pp. 105-113.
- QUEIROZ NETO, J.P. de - 1975 - Observações preliminares sobre perfis de solos com bandas onduladas do Estado de São Paulo. Univ.São Paulo,Inst.de Geogr., Sedimentologia e Pedologia, 7, 34 p.
- QUEIROZ NETO, J.P. de, CARVALHO, A., JOURNAUX, A. et PELLERIN, J. - 1973 - Cronologia da alteração dos solos da região de Marília (S.P.). Univ. São Paulo, Inst. de Geogr., Sedimentologia e Pedologia, 5, 52 p.
- RODE, A. - 1961 - The soil forming process and soil evolution. Israel progr., scient. Trans., Jerusalem, 100 p.
- SCHNEIDER, P.; KLAMT, E., & KAMPF, N. - 1978 - Gênese dos solos da planície costeira do Rio Grande do Sul.Col.Est.Cart.Form.Sup.Aplic.Reg.Trop., São Paulo, Vol. I
- SOUCHIER, B. - 1971 - Evolution des sols sur roches cristallines à l'étage montagnard. Univ. Nancy, I, 134 p.
- TOUTAIN, F. - 1974 - Etude écologique de l'humidification dans les hêtraies acidiphiles. Univ. Nancy I, 114 p.
- TRICART, J. - 1974 - De la géomorphologie à l'étude écographique intégrée. Agron.Trop., XXIX, 2-3, pp. 122-132.
- TURENNE, J.F. - 1977 - Modes d'humification et différenciation podzolique dans deux toposéquences guyanaises. Mém. ORSTOM, 84, Paris, 173 p., phot.

#### DISCUSSÃO - DISCUSSION

H.FAURE: Si j'ai bien compris, la différence des processus entre pédogenèse et "morphogênese" serait que dans le premier cas il y a transport et déplacement partiel, préférentiel, de certains éléments, dans le second cas le déplacement est total (tout part, y compris les éléments les plus grossiers).

la question est la suivante: existe-il réellement une limite entre les deux types de processus ? Est-ce que dans la nature nous n'avons pas tous les exemples de processus intermédiaires ?

En tout cas, au niveau du "dépôt" (des éléments transportés plus ou moins loin) il y a une analogie ou convergence.

Dans les deux processus il y a le plus souvent séparation, différenciation des éléments et dépôts séparés dans le temps et dans l'espace.

G.AUBERT: Différences et Analogies entre morphogenèse et pédogenèse.

Il est exact que les deux méthodes d'étude de la formation et de l'évolution de "l'épiderme" de l'écorce terrestre sont très proches et souvent s'interpénètrent, parfois se confondent.

Le géomorphologue étudie essentiellement la forme de ce manteau, et les processus qui lui ont donné naissance dans leur succession.

S'il étudie un transport des éléments et leur redépôt, c'est le transport latéral de l'ensemble du matériau qu'il envisage.

Il peut utiliser le résultat des études pédologiques pour comprendre les caractères de certains matériaux et même, parfois, leur forme.

Le pédologue étudie toutes les variations qui se produisent dans le matériau dont le géomorphologue lui explique la mise en place. L'objet de ses recherches ne sont pas seulement les transports de matière mais aussi les modifications de structure, d'organisation et même seulement de constitution, de tous les éléments du matériau, sous l'effet de nombreux facteurs dont tous les facteurs biologiques rarement sont pris en considération par le géomorphologue.

Il étudie les transports de matière, d'éléments sous l'influence de la circulation des eaux, de mouvements mécaniques, d'actions biologiques, aussi bien verticalement que latéralement, à l'intérieur du matériau en place ou en surface.

Si des éléments, sables, limons, argiles, etc., sont entraînés le long d'une toposéquence du sol, de son sommet à ceux de l'aval, le pédologue seul étudiera cette migration tant qu'elle se produira à l'intérieur du matériau; pédologue et géomorphologue uniront leurs recherches si elle se développe à la surface du matériau et tant que le sol du sommet subsistera; le géomorphologue seul l'envisagera encore lorsque la masse globale de ce dernier sera entraînée.

J.J.TRESCASES: Les exposés des deux rapporteurs étaient complémentaires mais cette complémentarité s'est quelquefois traduit par ce qu'on pourrait appeler par euphémisme des nuances d'interprétation, dans le cas de la cartographie des Formations Superficielles. Si, d'après M.Aubert, on pourrait presque croire que tout "baigne dans l'huile", M.Melfi note qu'il y a encore beaucoup de problèmes entre les diverses disciplines, et j'aurais tendance à être de son avis.

Au cours des présentations des trois premiers thèmes de ce colloque, qu'il s'agisse de géologie, de géographie, ou de pédologie, divers modes de cartographies ont

été présentés. Or, sans même parler des méthodes, déjà les objets cartographiés sont différents.

Ma question pourrait être naïvement: "Finalement, quelle est la définition des Formations Superficielles" ? Pour l'instant, il me semble qu'il y a au-moins autant de réponses que de thèmes retenus à ce colloque.

Faute d'un langage commun, il est à craindre que chacun continuera, certain d'être dans la bonne voie - Les "échanges" tant pronés, risqueraient alors de rester de simples échanges de publications.

G.AUBERT: Comparaison de l'étude des formations superficielles et celle des sols.

L'objet de ces deux types d'études est en fait globalement le même.

Le spécialiste des formations superficielles étudie, comme le géomorphologue les caractères et la mise en place des matériaux depuis la roche inaltérée (ou peu altérée) jusqu'à la surface du sol, en insistant davantage sur leurs caractéristiques, en y incluant le sol, dont le mode d'évolution et la typologie sont définis globalement. Le pédologue étudie en détail le sol, ses caractères, sa formation, son évolution sous l'influence des divers facteurs y compris les facteurs biologiques dont l'homme et le facteur temps, et plus globalement la roche sous-jacente dont l'altérité est l'élément essentiel de son "matériau originel" ou dont le comportement vis à vis des eaux modifie leur percolation à travers l'ensemble.

Les altérites de la roche font naturellement partie des formations superficielles.

À des échelles telles que 1:250.000 à 1:1. million, on pourra, peut-être, réaliser une carte de sols qui soit en même temps carte géomorphologique et carte des formations superficielles en y incluant des données essentielles sur la base de ces formations et sur leur mode de formation et de mise en place. Ce n'est pas facile et aucun des essais déjà réalisés ne m'apparaît comme réellement satisfaisant. À des échelles plus larges cela ne me paraît pas possible sans perte importante d'informations ou obtention d'un document difficilement lisible. L'utilisation d'un langage commun serait souhaitable; je crains que ce ne soit pas actuellement possible. Il faut chercher à y tendre. Il faut au moins que chacun comprenne le sens que les autres donnent à chaque mot. Des travaux et des tournées sur le terrain en commun sont les meilleurs moyens pour y parvenir ou, au moins, se rapprocher d'un tel but.

R.PAEPE: Pourquoi dans l'étude des sols qui apparaissent dans les dépôts superficiels, la datation absolue et relative de ces sols n'est pas considérée?

Suggestion:

Après la visite sur le terrain ainsi qu'après la projection de plusieurs sols (paléo-?) pendant les exposés, il m'a semblé que la pédologie n'est pas exploitée à fond.

1. La pédostratigraphie a prouvé sa valeur en plusieurs cas là où les dépôts sont exempts de fossiles. La possibilité de datation relative est alors exclue si ce n'est que par l'altération relative et la position stratigraphique des sols (horizon de...).

2. En écoutant l'exposé de M.Schneider, il m'a semblé que plusieurs horizons étaient d'âge différent et dès lors les interprétations risquent d'être fautive. Pourtant l'écologie des sols est d'une grande importance pour la connaissance de la genèse des formations superficielles.

G.AUBERT: La datation des sols est une opération d'autant plus difficile que le sol lui-même, résultat du processus de transformation d'un matériau, n'a généralement pas la même âge que le matériau.

En stratigraphie pour dater un sédiment, on utilise la présence de fossiles dans le sédiment lui-même ou la superposition de sédiments datés.

Très peu de sols sont vraiment fossiles et la superposition de sols est rare.

On peut dater un sol enterré dont l'horizon humifère a été conservé. Par la méthode de  $^{14}\text{C}$  on obtient seulement l'âge minimum de ce sol.

On peut aussi, par la même méthode, dater des concrétions calcaires dans un horizon de sol, où elles se sont formées. L'interprétation indique seulement que le sol étudié a un âge au moins égal à celui ainsi obtenu.