

COLÓQUIO INTERDISCIPLINAR FRANCO-BRASILEIRO

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

non trouble

notice

11669 a 116679

VOLUME I
COMUNICAÇÕES E DEBATES

27 AGOSTO
8 SETEMBRO 1978

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE FILOSOFIA, LETRAS E CIÊNCIAS HUMANAS
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA

SÃO PAULO
1983

Colóquio Interdisciplinar Franco Brasileiro

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

Este volume reúne as comunicações preparadas para o Colóquio ESTUDO e CARTOGRAFIA DE FORMAÇÕES SUPERFICIAIS E SUAS APLICAÇÕES EM REGIÕES TROPICAIS, realizado em São Paulo e Belo Horizonte, de 27 de agosto a 8 de setembro de 1978, organizado pelo Laboratório de Pedologia e Sedimentologia, Instituto de Geografia, Departamento de Geografia, ambos da USP, e Centre de Géomorphologie du CNRS, de Caen, França.

O programa previu a realização de excursões às regiões do Médio Vale do Rio Parateí, na Serra de São Pedro e Vale do Rio Piracicaba, de Marília e Vale do Rio do Peixe, no Estado de São Paulo, e na região do KARST de Lagoa Santa em Minas Gerais, constantes do VOLUME II - EXCURSÕES.

Foram realizadas simultaneamente sessões de discussões dos temas indicados, iniciando-se pela apresentação de textos de síntese por parte dos relatores, seguindo-se comunicações e discussões.

Colloque Interdisciplinaire Franco Brésilien

ETUDE ET CARTOGRAPHIE DES FORMATIONS SUPERFICIELLES ET
SES APPLICATIONS EN ZONES TROPICALES

Cet ouvrage groupe les communications qui ont été préparées pour le Colloque ETUDE ET CARTOGRAPHIE DES FORMATIONS SUPERFICIELLES ET SES APPLICATIONS EN ZONES TROPICALES, qui a eu lieu à São Paulo et Belo Horizonte du 27 août au 8 septembre de 1978, organisé par le Laboratório de Pedologia e Sedimentologia, Instituto de Geografia e Departamento de Geografia, FFLCH, de la USP, et par le Centre de Géomorphologie du CNRS, Caen, France.

Le programme avait prévu des excursions sur le terrain dans les régions de la Moyenne Vallée du Parateí, de la "Serra" de São Pedro et Vallée du Piracicaba et dans la région de Marília et de la Vallée du Peixe, dans l'État de São Paulo, ainsi que dans la région du Karst de Lagoa Santa à Minas Gerais, exposées dans le VOLUME II - EXCURSIONS.

Le programme avait prévu, en outre, la réalisation simultanée de séances pour la discussion des thèmes indiqués ci-après, débutant par des exposés de synthèse de la part des rapporteurs suivis des communications et des discussions.

UNE NOUVELLE METHODOLOGIE DE L'ETUDE DU MILIEU NATUREL

Y. CHATELIN*

Resumé

Une réflexion épistémologique montre que les classifications (ou taxonomies) ont contribué au maintien des barrières interdisciplinaires. Les notions de diagnostic et de type peuvent conduire, non à des classifications ayant un nombre fini d'unités, mais à un langage indéfiniment ouvert. Les sols et la végétation sont traités ainsi, en respectant plusieurs niveaux de diagnose. Tous les corps naturels présents doivent être identifiés et localisés. A l'échelle stationnelle, ceci conduit à un schéma intégrateur du milieu naturel. A ce premier schéma sont raccordées toutes les déterminations spécialisées. L'analyse cartographique s'établit ensuite, sur les notions de contenus et de volumes privilégiés. La méthode établie est transdisciplinaire.

INTRODUCTION

Lorsque l'on considère l'histoire des principales disciplines étudiant le milieu naturel, il apparaît que celles-ci se sont développées normalement pendant des décades entières, voire même à l'échelle séculaire. Les problèmes génétiques posés et résolus se sont multipliés, les lacunes du savoir ont paru progressivement comblées. Ce n'est que depuis une période récente que se produisent un renouveau d'intérêt pour des réflexions méthodologiques fondamentales, une remise en cause de bases épistémologiques pendant longtemps implicitement admises.

Peut-être est-ce dans le domaine intertropical que cette remise en cause se fera la plus vigoureuse. Cela proviendrait alors de ce que, en ce domaine, la recherche scientifique est restée trop longtemps dépendante de méthodes mises au point ailleurs et qui ont elles-mêmes vieilli. Dans cette perspective, il devient significatif de voir s'élaborer de nouvelles méthodes de travail sur le continent africain, et de pressentir qu'elles trouveront d'autres développements sur le continent sud-américain. Voilà défini l'objet de la présente note.

Deux exigences sont fréquemment formulées lorsqu'il s'agit des principes généraux de l'étude du milieu naturel. La première concerne la possibilité d'appréhender les corps naturels ou leurs processus d'évolution à différentes échelles d'espace

* Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer (ORSTOM), Centre d'Adiopodoumé, B.P. V-51, Abidjan (Côte d'Ivoire)



1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10. 11. 12. 13. 14. 15. 16. 17. 18. 19. 20. 21. 22. 23. 24. 25. 26. 27. 28. 29. 30. 31. 32. 33. 34. 35. 36. 37. 38. 39. 40. 41. 42. 43. 44. 45. 46. 47. 48. 49. 50. 51. 52. 53. 54. 55. 56. 57. 58. 59. 60. 61. 62. 63. 64. 65. 66. 67. 68. 69. 70. 71. 72. 73. 74. 75. 76. 77. 78. 79. 80. 81. 82. 83. 84. 85. 86. 87. 88. 89. 90. 91. 92. 93. 94. 95. 96. 97. 98. 99. 100.

et de temps. Mais si le principe est admis, les moyens conceptuels nécessaires pour l'appliquer font souvent défaut. Considérons à ce propos la science du sol, c'est elle que nous retiendrons ici comme exemple. A l'échelle microscopique, les organisations pédologiques sont décrites suivant une terminologie très spécialisée dont les premiers créateurs ont été W.L. KUBIENA et R. BREWER. Sur le terrain, au niveau de la motte de terre, l'observation visuelle et tactile se traduit par des termes de couleur, de forme, etc., issus du langage courant. S'il faut ensuite désigner les horizons, les pédologues utilisent alors les notations A-B-C et leurs symboles et chiffres complémentaires. Enfin, ce sont les unités d'une classification hiérarchisée (Classes, Groupes, etc.) qui servent à l'échelle du profil (ou pédon) et des ensembles cartographiques. Par ce découpage en plusieurs sous-langages hétérogènes, les moyens descriptifs font obstacle au passage d'une échelle de travail à l'autre.

Cette première exigence peut être présentée comme une exigence d'unification horizontale. La seconde serait alors une exigence d'unification verticale, dans le domaine de l'interdisciplinarité. Elle n'apparaît pas plus satisfaite que la première, bien que sa nécessité soit fortement ressentie par toute la communauté scientifique. Des équipes multidisciplinaires ont été souvent constituées. Malgré des liaisons étroites sur le terrain, il apparaît généralement qu'elles ne font que superposer des études monodisciplinaires classiques. Il est permis d'avancer que ce sont les classifications qui font obstacle à l'interdisciplinarité. Il est inutile à ce propos de s'attarder sur la "Soil Taxonomy" (USDA) tant il est manifeste que ce système, hautement valable sans doute pour le traitement des données du sol, ne présente aucune ouverture particulière pour s'associer à l'étude des autres composants du milieu naturel. La même critique générale peut être faite pour les travaux des tropicalistes de l'école française. Il n'y a guère de communication entre le pédologue qui définit un "sol ferrallitique moyennement désaturé remanié modal", un géomorphologue présentant un "glacis polygénique quaternaire ancien" et un botaniste qui caractérise une "forêt à Celtis et Triplochyton", bien que leurs trois propositions puissent être formulées sur un même terrain.

Malgré la brièveté de l'analyse qui vient d'en être faite, c'est à partir de ce double constat d'échec de l'approche traditionnelle du milieu naturel qu'il faut considérer l'exposé qui va suivre. L'Auteur se contentera de reprendre des idées et des méthodes développées par d'autres chercheurs, ou par lui-même, et dont les références seront données dans la liste bibliographique. Il s'agit du travail d'une équipe. Celle-ci comprend des pédologues, des botanistes, des géographes. Leur implantation géographique principale est la Côte d'Ivoire, mais leur méthodologie s'appuie aussi sur des études faites notamment en Centrafrique, au Congo, au Gabon, en Guyane française.

19 - CLASSIFICATION, OU LANGAGE

Les deux exigences posées en préliminaire à une nouvelle approche du milieu naturel se définissent donc par rapport à la communication de l'information, communication horizontale entre différentes échelles d'observation, communication verticale en

tre plusieurs disciplines. Il importe en premier lieu de préciser quel traitement peut recevoir l'information collectée par l'étude du milieu naturel (les sols nous servant d'exemple privilégié, en raison des compétences personnelles de l'Auteur). Deux solutions apparaissent possibles.

1.1. La première correspond à ce que l'on peut appeler un procédé de condensation sémantique. Il consiste à réunir en de mêmes entités des données nombreuses et surtout fort différentes les unes des autres. Ces données peuvent provenir d'une analyse morphologique visuelle et de déterminations faites par des appareils de laboratoire. Quelques exemples rapides feront mieux comprendre ce dont il s'agit. Un horizon "cambique" se définit par des critères de couleur, de texture, de structure, par l'abondance de la matière organique, par la constitution minéralogique, etc. A un niveau très différent, une série de sol comme la série "Fargo" est caractérisée par un très grand nombre de données élémentaires, que l'on peut d'ailleurs rapporter à une suite d'horizons. Le procédé reste le même qu'il s'agisse d'un horizon ou d'une entité spatiale plus vaste, polypédon, série ou autre.

Le procédé de condensation sémantique a une aptitude particulière à donner des classifications, avec un nombre fini d'unités. Ceci doit être mis en relation avec les possibilités de la mémorisation. Si le nombre des unités créées est réduit, la mémorisation est facile (tout au moins pour les noms donnés à ces unités et pour leur définition générale). Par exemple chaque pédologue peut connaître la vingtaine d'horizons de diagnostic proposée par l'USDA. Mais il faut voir alors que la condensation sémantique est considérable, puisque les définitions données à cette vingtaine d'horizons sont censées être applicables à tous les sols du monde. Les classifications pédologiques sont généralement construites de manière à ne donner qu'un nombre relativement réduit de troupes et de sous-groupes. Si l'on en vient à admettre de très nombreuses unités, plusieurs milliers de séries par exemple, il est évident que l'on sort de toute possibilité de mémorisation.

Il faut également considérer que, dans le procédé de condensation sémantique et de classification, l'énonciation directe des caractères constitutifs des unités reste limitée et parfois même s'annule complètement. Prenons le cas de la classification française et de son sous-groupe défini comme "sol ferrallitique moyennement désaturé remanié modal". C'est une sélection qui fait apparaître la désaturation et le remaniement dans le nom donné au sous-groupe. Mais ces caractères sélectionnés jouent un rôle d'éponyme: d'une manière ou d'une autre, il faut bien que la classification rende compte de tous les caractères si elle reste le moyen essentiel de description, de nomination, de cartographie des sols. Il en est évidemment de même lorsque le botaniste présente la "forêt à celtis et Triplochyton". Deux espèces seulement sont retenues, pour présenter un peuplement végétal pouvant être très diversifié. L'énonciation directe devient nulle lorsqu'elle est basée sur la toponymie. Il est impossible de déduire le moindre caractère pédologique des noms (série Fargo, série Miami, etc.) donnés aux séries de sols.

1.2. Le deuxième procédé utilisable pour traiter l'information a des propriétés très différentes. Il consiste en un partage sémantique qui ne conduit pas à une classification mais à un langage. Il ne s'agit plus de confondre dans des unités taxono-

miques hautement synthétiques des données variées, morphologiques, physico-chimiques, etc. Etablir un partage sémantique, cela veut dire que l'on donne aux mots des sens clairs, précis, limités. Le langage peut constituer des typologies ayant aussi une certaine valeur de synthèse. Mais chaque diagnostic retenu, et par conséquent chaque type, doivent être définis à l'intérieur de champs sémantiques limités.

Un exemple peut aider à comprendre de quoi il s'agit. La structure des matériaux pédologiques meubles est généralement décrite, au niveau le plus élémentaire, par référence à des figures géométriques simples (sphère, cube, polyèdre, etc.). Ces figures sont rarement réalisées à l'état pur dans les sols. Il apparaît donc possible de définir des diagnostics structuraux à un certain niveau de synthèse. Une structure amérode est caractérisée par des ensembles assez continus, avec quelques cavités et quelques faces de séparation, une structure pauciclude montre davantage de faces de séparation, mais avec encore peu d'individus séparés, etc. Les diagnostics ainsi constitués (amérode, pauciclude, anguclude, aliatode, etc.) ont une signification strictement structurale. Ils ne font aucunement référence à la composition minéralogique, à la matière organique, etc. Au contraire c'est une condensation sémantique qui associait données structurales, minéralogiques, etc., dans le diagnostic cambique, dans le diagnostic oxique, et ainsi de suite.

Les diagnostics étant sémantiquement bien séparés, le langage apparaît indéfiniment ouvert, il peut assimiler de nouveaux diagnostics traduits par de nouveaux mots. Au contraire des classifications, qui bouleversent généralement les nouvelles connaissances. C'est par la multiplicité des combinaisons possibles entre ses différents termes que le langage permet de décrire des corps naturels variés, sans pour autant nécessiter un vocabulaire surabondant. S'il est bien construit, le langage doit apporter une unification du système descriptif. De mêmes mots peuvent être employés pour plusieurs échelles d'observation. C'est ainsi que le pédologue décrira un horizon structichrome (type particulier d'horizon B) sur une coupe de sol, puis une phase structichrome (assemblage squelette-plasma coloré) sous le microscope. Les paragraphes suivants tenteront de montrer, avec plus de détail que ces remarques préliminaires comment un langage peut répondre aux deux exigences formulées plus haut.

En résumé, l'étude du milieu naturel s'est beaucoup appuyée dans le passé sur les classifications. Cela s'est traduit, en pédologie, par des difficultés de compréhension entre les différentes écoles et par de multiples controverses. Les ressources du langage n'ont pas été systématiquement recherchées. C'est ce qu'il est proposé d'entreprendre maintenant, sur la base d'une analyse sémantique opposant classification et langage.

29 - Etablissement de plusieurs niveaux de diagnose

Les pédologues, et comme eux sans doute beaucoup d'autres naturalistes, ont pour habitude de privilégier, de "mettre en avant", ce qui leur semble le plus significatif. C'est ainsi que la clé des classifications proposées est souvent prise parmi

les grands facteurs ou les grands processus d'évolution. Parmi les pédologues français par exemple, G. GAUCHER et P. SEGALIN envisagent actuellement l'un et l'autre une classification basée sur les processus géochimiques de la pédogenèse. Une démarche très différente sera retenue ici. Elle consiste à établir plusieurs niveaux de diagnose, en accord avec le principe du partage sémantique, mais qui ne seront pas hiérarchisés en raison de leur plus ou moins grande signification pour les problèmes génétiques.

2.1. C'est sur les caractères morphologiques directement observables que sera basé le premier niveau de diagnose. Ce choix a l'avantage de conduire à une identification immédiate de toutes les parties des corps naturels étudiés. Un canevas d'ensemble sera constitué, sur lequel viendront ensuite se greffer tous les autres diagnostics. Comment ce principe, en apparence très simple, va-t-il se traduire par exemple pour l'étude de la végétation ?

Un observateur qui tente de décrire morphologiquement une forêt tropicale humide ne tarde pas à apercevoir que la botanique traditionnelle lui donne bien peu de moyens pour y parvenir. Les outils que celle-ci a formés sont essentiellement ceux de la floristique, ils conduisent essentiellement à la détermination des genres et des espèces. Pour la description physionomique, l'observateur doit habituellement se contenter des critères inadaptés et imprécis que lui propose le vocabulaire courant (forêt dense, sous-bois épais, etc.).

Le problème doit donc être repris, en considérant les différentes masses végétales. Prenons l'exemple des feuillages. A première vue dans une forêt, leur distribution peut sembler confuse. Il est pourtant possible de distinguer le prophyse, qui correspond à des feuillages d'arbres de formes allongées, en fuseau, et le paliphyse, aux formes globuleuses, en cône renversé, en coupole. Ces définitions morphologiques quelque peu simplifiées ici recouvrent en réalité des structures biologiques ayant une dynamique propre. Les arbres du prophyse sont en cours de croissance. Ceux du paliphyse atteignent leur développement maximum, ils ont réalisé leur "modèle de croissance" (suivant la notion de F. HALLÉ et R.A.A. OLDEMAN), leur production méristématique se traduit par des "réitérations". Une description plus complète des feuillages devra aussi tenir compte de ceux du néophytion, c'est-à-dire de toutes les germinations et "seedlings", de ceux du pléiophyse, c'est-à-dire des "étrangleurs", des lianes, des palmiers-lianes.

En suivant les règles qui apparaîtront plus loin, ce procédé descriptif aboutit à des schémas morphologiques d'assemblages végétaux pourtant complexes. Ces schémas peuvent ensuite être exploités à des fins diverses. Ils constituent par exemple une bonne définition du système d'interception établi par la végétation entre le sol et les actions météoriques. Ils donnent aussi une image de la dynamique de renouvellement de la végétation, par l'importance respective du néophytion, du prophyse, du paliphyse. Les schémas relevés en diverses situations peuvent être comparés entre eux. Tout ce travail s'établit sans aucun usage de la floristique, il peut être facilement compris et même pratiqué par des spécialistes qui ne sont pas des botanistes (au sens traditionnel).

Il ne peut être question, dans les limites de la présente note, de présenter tous les diagnostics. Le Tableau 1 propose un simple répertoire des termes utilisés

au premier niveau de diagnose pour les composantes majeures du milieu naturel (végétation, surface du sol, et sol).

2.2. Le second niveau de diagnose se base sur les caractères structureaux proprement dits, caractères qui eux aussi sont assez peu utilisés par les classifications traditionnelles. Lors de l'établissement des diagnostics correspondants, une homologie structurale est très vite apparue entre des corps naturels fondamentalement différents par leurs natures et leurs dimensions. Les termes retenus font alors explicitement apparaître cette homologie. Par exemple, un matériau pédologique meuble peu divisé sera dit amérode, un feuillage confus sans organisation préférentielle sera dénommé améroïde. De la même manière, des orientations allongées seront dites laticloides pour le sol, et laticloïdes pour la végétation. Dernier exemple enfin, une structure en réseau sera dictyôide pour les végétaux, et dictyocline pour la surface du sol.

2.3. La diagnose complémentaire réunira enfin tout ce qui n'a pas trouvé place aux deux niveaux précédents. C'est donc ici que seront placés les critères physico-chimiques, minéralogiques, biochimiques, etc. A bien des égards ces diagnostics complémentaires vont apparaître comme les plus riches de signification. Le fait de les placer en troisième position dans l'ordre de la description ne signifie pas que leur rôle doit être minimisé.

A titre d'exemple, nous considérerons une suite de diagnostics pédologiques en trois niveaux successifs (Tableau 2). Le structichron, s'il est présenté à l'ordre de grandeur de l'horizon, est identifié comme un matériau minéral, meuble, friable, poreux, homogène, de couleur vive. Il est homogène en ce sens que toutes les particules, argileuses ou sableuses, ferrugineuses ou non ferrugineuses, sont intimement associées entre elles. Cette définition ne fait donc appel qu'à des critères morphologiques simples. Mais, de même que dans l'exemple du paliphyse, elle peut être transposée. Sur un plan génétique, le structichron provient d'un matériau originel transformé par altération, argillification, pédoplasation. Un changement d'échelle définira l'organisation structichrome par l'observation micromorphologique comme l'association d'un plasma plus ou moins isotrope et d'un squelette quartzeux ou ferrugineux.

Revenons à l'ordre de grandeur de l'horizon. Le deuxième niveau de diagnose porte sur les structures. L'horizon structichrome peut être formé d'un entassement (psammoclode), il peut être continu (amérode), peu divisé (pauciclode), fortement divisé (anguclode), microdivisé (aliatode). La diagnose complémentaire regroupe ensuite un grand nombre de déterminations, généralement faites au laboratoire, sur des échantillons de l'horizon.

En résumé, les trois niveaux de diagnose comblent d'abord une lacune des méthodes traditionnelles. Les critères du premier niveau identifient et situent les corps naturels. Ces diagnostics typologiques proprement dits ont surtout une valeur de description morphologique, mais elle se double souvent d'une signification dynamique ou génétique. L'analyse se développe ensuite, avec des critères de plus en plus spécialisés.

Le langage scientifique est bien souvent constitué par des termes hétérogènes, d'origines variées, que l'usage a imposé. Lorsque se présente au contraire l'opportunité de créer un ensemble lexical complet, comme cela est le cas pour les deux premiers niveaux de diagnose présentés ici, il est essentiel de lui donner certaines capacités linguistiques permettant une bonne adaptation aux objets à traiter. Des terminologies destinées à la philosophie, aux mathématiques, au milieu naturel, n'ont pas les mêmes exigences, cela est bien évident. Pour faire du langage un véritable outil de travail applicable au milieu naturel, c'est-à-dire un moyen de traiter les informations déjà acquises mais aussi un moyen de découverte, il faut lui donner les caractères d'une combinatoire. Cela permettra d'identifier, de quantifier, de classer, de comparer des corps naturels variés, présentant toutes sortes d'associations ou d'intergrades. C'est en effet la multiplicité de ces aspects qui caractérise le milieu naturel tel que nous l'entendons ici.

3.1. Certaines catégories descriptives sont employées en de nombreuses études sans que le langage courant ne les fasse clairement apparaître. En les traduisant toujours par un même radical ou par un même adjectif, il est pourtant possible de les codifier et de rendre leur usage facile et rapide. C'est ainsi que l'on peut créer un premier canevas analytique, posé presque à priori. Il apparaît en quelque sorte ubiquiste, parce que pouvant être employé de la même manière pour une composante ou l'autre, pour le sol ou pour la végétation (Tableau 3). Des corps naturels bien précis, comme un certain paliphyse ou un certain rêtichron, peuvent être dits orthiques ou parorthiques suivant qu'ils correspondent plus ou moins strictement à leurs concepts centraux. Il s'agit là de catégorie sur la définition. Un structichron donné peut se trouver en position haute dans le profil, c'est alors un épi-structichron, ou en position basse, c'est un hypo-structichron. La catégorie porte cette fois sur la situation. Dernier exemple enfin, avec une catégorie sur le développement. L'apexol correspond à la partie supérieure meuble du sol. Il est important de distinguer les lepto-apexols (peu épais), les brachy-apexols (d'épaisseur moyenne), les ortho-apexols (très profonds). Cette fois encore, c'est avec les mêmes radicaux (lepto-, brachy-, ortho-) que l'on peut décrire une végétation (supraplexion du Tableau 1) plus ou moins développée.

3.2. Ce qui précède suffit à montrer que le langage ne peut fonctionner de façon satisfaisante que si tous ses éléments ont des capacités de dérivation leur permettant de s'associer les uns aux autres. Des expressions depuis longtemps en usage ont dû être abandonnées parce qu'elles ne les possédaient pas. Ainsi, "argile tachetée" ne se prête à aucune transformation linguistique. Au contraire, le mot rêtichron qui remplace (plus ou moins strictement) cette expression peut être employé sous différentes formes. Il permet de présenter un rêtichron ou une phase rêtichrome, d'envisager le processus de rêtichromation, de décrire des juxtapositions ou des intergrades de structi-rêtichron, de rêtî-structichron, etc. En d'autres termes, un système descriptif bien construit doit, en quelque sorte, être calqué sur la multiplicité des agencements naturels. Il doit se présenter comme une grammaire scientifique.

3.3. Les compétences du langage peuvent être élargies à un autre domaine encore, qui est celui de la quantification. Pour les relevés de terrain, lors des exposés oraux, dans les publications écrites, il est fréquent que l'on ne puisse pas utiliser de formules chiffrées. On se contente alors d'indiquer la "présence" ou l'"absence", le "plus" ou le "moins". Avec un peu plus de précision, il est possible de dire si un élément donné est "rare", "fréquent", "dominant", etc. Tout cela reste encore très flou. La terminologie employée pour les textures représente un cas plus élaboré, mais qui reste une exception. Des valeurs chiffrées correspondent en effet à chaque expression, comme "argilo-sableux", "argile limono-sableuse", etc.

Les typologies dont il est rendu compte ici ont généralisé ces possibilités de quantification par le langage. Des règles d'écriture ont été établies. Elles sont suffisamment souples pour s'accommoder d'un nombre de classes variables, fixé suivant les caractères du milieu ou suivant la finesse de l'observation. Ces règles sont donc adaptées à des mélanges de deux, trois ou plusieurs éléments. Il n'est pas possible de les exposer ici en détail. Le Tableau 4 propose un exemple de quantification qui a été appliqué à certains sols ferrallitiques. Le nombre de classes assez élevé (0-6%, 5-15%, etc.) correspond à ce qu'un observateur entraîné pouvait distinguer visuellement sur le terrain.

Dans les sols, les mélanges de deux phases (par exemple, structichron meuble et gravillons ferrugineux) sont courants. Ceux qui comportent trois phases (par exemple, réticron, altérite, cailloutis) sont encore très fréquents. La quantification est donc nécessaire. Mais elle apparaît encore plus indispensable peut-être pour une description morphologique de la végétation. Un grand nombre de formes végétales sont en effet associées, la description perd presque toute sa signification si ces différentes formes ne sont pas pondérées. Ainsi, il devient superflu d'indiquer dans une forêt tropicale la présence d'arbres morts ou de souches (nécrophytion) ou celle des lianes (pléiophyse) si l'on ne peut en donner une description quantifiée et si l'on n'établit pas de comparaison entre diverses situations.

En résumé, la nécessité de créer de nouveaux diagnostics a donné l'occasion d'explorer les possibilités du langage. Obéissant à des règles précises de composition linguistique, les termes retenus peuvent s'associer dans une combinaison. Ceci permet ensuite de qualifier et de quantifier des corps naturels complexes et variés. Le langage n'est plus seulement un moyen passif de transcription de l'information. Il devient un élément actif dans le processus de la découverte.

49 - UN SCHEMA INTEGRATEUR TRANSDISCIPLINAIRE

En quoi cette méthode, dont nous venons d'esquisser les principes généraux, va-t-elle mieux que d'autres conduire à une étude globale, à une étude intégrée du milieu naturel ? Il faut noter à ce propos que les disciplines traditionnelles conduisent leurs recherches vers des niveaux de plus en plus élaborés. Les pédologues par exemple situent maintenant souvent leurs investigations dans le domaine de la microscopie et de la spectrographie, ou affinent leurs reconstitutions génético-histo-

riques. Mais ce qui en soi est un progrès peut avoir aussi des contreparties négatives. Le milieu naturel est devenu une bonne occasion pour l'application de techniques de laboratoire. Par contre, le premier niveau d'appréhension de ce milieu est de plus en plus négligé par les spécialistes.

4.1. Avant de passer aux techniques spécialisées ou aux interprétations génétiques qui l'intéressent le plus, le pédologue (et sans doute comme lui la plupart des autres naturalistes) décrit traditionnellement la portion du milieu naturel dont il a la charge sans moyens conceptuels particuliers, avec les mots du langage courant. L'information recueillie est souvent imprécise et incomplète, et, étant tributaire de termes non spécifiques, elle donne lieu à une inflation verbale impossible à maîtriser. L'originalité de la méthode proposée dans cette présente note est de restituer un rôle fondamental à la perception première du milieu naturel. Ce n'est plus au langage courant qu'est laissé le soin de constituer l'image, la photographie du milieu naturel tel que celui-ci apparaît à l'observateur scientifique. Une typologie spécialisée est définie. Elle constitue un schéma intégrateur. en ce sens qu'il s'agit d'un schéma d'ensemble, qui identifie et localise tous les corps naturels présents. Pour parvenir à ce résultat, il était indispensable de s'affranchir des classifications (et notamment de la classification des sols) et d'établir les bases d'un langage.

4.2. Pourquoi ce schéma est-il dit transdisciplinaire ? Une intégration pluri- ou multidisciplinaire laisserait entendre une reprise complète de toutes les connaissances des disciplines concernées. Le terme transdisciplinaire (du latin trans-, à travers) introduit une restriction. Le schéma intégrateur s'établit "à travers" les domaines de plusieurs disciplines, sur les données sélectionnées de deux champs sémantiques particuliers (diagnoses primaire et secondaire). Ce faisant, il n'intervient pas dans les recherches spécialisées (diagnose dite complémentaire), il leur donne seulement un support.

En un sens tout à fait différent, le schéma est également transdisciplinaire parce qu'il rompt les barrières interdisciplinaires (du latin inter, entre). Les objets naturels sont définis en eux-mêmes, sans référence à la problématique particulière d'une discipline donnée. Un épeilite par exemple n'"appartient" ni au pédologue, ni au géomorphologue. Le premier s'y intéressera peut-être comme à une manifestation de la destruction, de la "battance", du sol. Le second l'étudiera pour comprendre les déplacements de matière le long des versants. Autre exemple, le grumorhize n'est ni un objet botanique ni un objet pédologique. C'est un corps complexe, spatialement bien individualisé, de nature organique et minérale, densément exploité par les brachyrhizes (racines assimilatrices). Nous reviendrons plus loin sur un autre aspect de l'abandon du découpage interdisciplinaire.

Une dernière remarque enfin, qui ne sera qu'un rappel rapide. La transdisciplinarité est largement le fait du langage commun proposé pour l'ensemble du milieu naturel. Les mots eux-mêmes sont multiples, mais c'est sur de mêmes principes qu'ils sont composés (aptitude à la combinatoire) et définis (partage sémantique).

4.3. Comment le schéma intégrateur se présente-t-il, en théorie tout d'abord, puis en pratique dans ses applications à différents travaux ? Il constitue, sur le plan théorique, un cadre de référence unifié. Les notions correspondant à des volumes na-

turels, comme celle d'"horizon" (pédologie) ou de "strate" (botanique) sont reprises sous de nouvelles formules. Le découpage des disciplines classiques s'appuyait sur la surface du sol, présentée comme une discontinuité fondamentale. Dans une perspective transdisciplinaire, elle ne peut conserver la même prééminence, ne serait-ce que parce qu'elle coupe en deux les organismes végétaux. Une observation attentive montre qu'il ne s'agit pas d'une "surface" idéale, mais d'un assemblage d'organisations de petites dimensions, complexes, et imbriquées. C'est à son niveau, et de part et d'autre dans les volumes immédiatement à son contact, que s'intensifient les processus d'échange de matière et d'énergie. Le schéma intégrateur adopte donc cette "surface du sol" comme centre de symétrie, au lieu de privilégier son aspect de discontinuité. Nous ne pouvons pas nous étendre davantage à ce propos. Rappelons seulement que le Tableau 1 présente tous les diagnostics (ou tous les corps naturels) du "métaplexion" au centre du schéma, avec de part et d'autre ceux du "supraplexion" (partie supérieure des formations végétales) et ceux de l'"infraplexion" (ou infrasol).

En pratique enfin, les diagnostics typologiques constituant le premier et le deuxième niveau de diagnose apparaissent sous de multiples formes. Associés au vocabulaire scientifique général, ils peuvent être inclus dans des textes traitant différents problèmes. Par exemple, les pédologues peuvent poser la question d'une éventuelle liaison entre les structichrons aliatodes et les roches basiques, ou avec les aplanissements quaternaires anciens. Lorsqu'il s'agit de transcrire des relevés de terrain détaillés, ils formeront des listes terminologiques denses, comme celle-ci: "paliphyse cléistopique à stigmes épiphyllitique et zoonique...etc.". Pour présenter le relevé complet qui va constituer le schéma intégrateur localisé d'un certain ensemble naturel, la constitution d'un graphe peut sembler la plus commode. Avec une information simplifiée, pour une toposéquence située en milieu tropical forestier dense, c'est ce que propose à titre d'exemple le Tableau 5.

En résumé, la définition de diagnostics typologiques puis l'élaboration d'un langage adapté ont préparé l'élaboration d'un schéma intégrateur.

Ce schéma rejette les découpages interdisciplinaires. Il est centré sur l'interface autour de laquelle s'effectue le plus d'échange de matière et d'énergie. Il constitue d'abord un cadre de référence théorique souple et susceptible d'adaptations. Sur le plan pratique, il s'accommode de représentations variées.

59 - L'ANALYSE SPATIALE

Une des caractéristiques les plus importantes de la méthode proposée est d'identifier des corps naturels (occupant évidemment un certain espace) et de décrire leur assemblage. Une première analyse spatiale s'établit donc immédiatement, à l'échelle de l'observation stationnelle. Il est assez facile de passer ensuite à la représentation d'une étendue un peu plus large, une toposéquence par exemple, ainsi que l'a montré le Tableau 5. Mais il faut aussi, c'est un de ses objectifs essentiels, que la méthode parvienne à une représentation satisfaisante du milieu naturel à beaucoup plus petite échelle. Elle doit donc être applicable à la cartographie.

Nous présenterons à ce propos des résultats obtenus pour les sols, la méthode étant plus avancée pour ceux-ci que pour les autres composantes du milieu naturel.

5.1. La classification des sols est le moyen habituellement utilisé pour la représentation des unités cartographiques. Pour un travail réalisé à moyenne échelle par exemple, le niveau taxonomique retenu peut être le Sous-Groupe. Dans les cas les plus simples, un seul Sous-Groupe donne une image satisfaisante d'une certaine unité spatiale. Plus souvent, en relation avec l'hétérogénéité du continuum pédologique, il faut faire appel à plusieurs Sous-Groupes, et définir un complexe de sols. Ceci provient de ce que les unités taxonomiques font référence à une organisation et à des caractères définis par rapport aux profils pédologiques. A la limite, chaque profil vertical quelque peu différent de ceux déjà observés introduit une nouvelle unité taxonomique. Ce sont alors des collections de profils-taxa qui sont censés représenter les ensembles cartographiques. Cette représentation est compliquée, et elle accentue abusivement l'impression d'hétérogénéité.

La terminologie typologique fournit un moyen de représentation très différent. Elle permet d'exprimer, de façon suffisamment concise et fidèle, l'ensemble des caractères inventoriés dans des unités spatiales variées. Ainsi, dans le domaine ferrallitique, la variabilité du développement des horizons meubles est rapidement traduite par la définition de lepto-, brachy- et ortho-apexols. De la même manière, un certain apexol (formé d'un appumite et d'un structichron bien définis) peut surmonter un infrasol hétérogène, à stérile, stérirétichron, gravolite, etc. Dans ces deux exemples, la représentation par la classification aurait imposé la notion de complexe de sol. La typologie rend compte de caractères multiples, sans pour autant masquer les dominantes morphogénétiques communes. C'est une nouvelle possibilité de développement de la notion de contenu-sol qu'elle apporte.

5.2. La typologie a unifié les moyens de description (premier et deuxième niveaux de diagnose), de l'échelle microscopique à celle des observations de terrain. S'ajoutant à la possibilité d'exprimer des contenus-sols plus ou moins complexes, ainsi que cela vient d'être dit, c'est ce qui permet de passer ensuite à la définition d'un certain nombre de volumes pédologiques privilégiés. Certains d'entre eux sont couramment utilisés par la pédologie traditionnelle, même si la notion du volume occupé n'est pas explicitement reconnue. C'est le cas pour l'horizon et pour le profil. La notion plus récente de pèdon (destinée à remplacer celle de profil) fait cette fois référence aux trois dimensions du corps pédologique. Au-delà, vers les ordres de grandeur plus élevés, la science du sol n'a pas codifié clairement ce qu'elle représente aux diverses échelles cartographiques. Ces imprécisions doivent être levées. Conventionnellement, pour bien marquer que la liste des volumes reconnus n'est pas limitative, le pèdon peut être considéré comme l'ordre de grandeur n. La suite des volumes privilégiés s'établit alors ainsi:

- ordre de grandeur n - 3: organisations microscopiques
- " n - 2: phase typologique
- " n - 1: horizon
- " n : pèdon

n + 1: segment pédologique

n + 2: paysage "

n + 3: région "

Il n'est pas possible de détailler toutes les règles de composition de ces différents volumes, les uns par rapport aux autres. De façon simplifiée, nous dirons que plusieurs volumes de contenus différents, à un ordre de grandeur donné, définissent un nouveau volume d'ordre immédiatement supérieur. Ainsi, plusieurs pédon constituent un segment, plusieurs segments un paysage, etc. Cette présentation a l'avantage de faire apparaître le degré d'organisation (Tableau 6) des ensembles pédologiques. Lorsqu'un texte ou une carte présentent par exemple un ortho-apaxol (à l'ordre de grandeur du pédon), le lecteur sait que ce volume comprend un infrasol et un apexol, celui-ci étant formé d'un appumite et d'un structichron. Si l'unité présentée est un paysage, le lecteur peut reconstituer toute la chaîne: un paysage est un corps pédologique d'ordre élevé, se décomposant en plusieurs segments topographiquement ordonnés, eux-mêmes formés de pédon différents, et ainsi de suite. Le langage fait donc apparaître directement l'emboîtement des organisations naturelles.

5.3. Pour les corps naturels cartographiables, il faut enfin distinguer le contenu (sol) de l'enveloppe (physiographie). Un interfluve complet correspond à l'enveloppe physiographique d'un paysage. Lorsque sa couverture pédologique est décomposable en plusieurs segments, le contenu comme l'enveloppe correspondent bien à ce qui est défini pour l'ordre de grandeur n + 2. Mais il existe aussi des cas où cette couverture pédologique est peu différenciée (certains auteurs disent qu'elle est "monotone"). L'enveloppe est alors celle d'un paysage, le contenu pouvant être ramené à celui d'un segment ou même d'un pédon. Le Tableau 7 propose un exemple de représentation d'une unité cartographique. Il montre l'association de trois champs sémantiques: celui définissant les formes de relief, celui de la typologie des sols, celui enfin des concepts pédogénétiques.

En résumé, la géographie des sols traditionnelle faisait surtout apparaître la répartition zonale ou azonale de certains caractères (argiles, pH, saturation, etc.). L'application de nouvelles notions (langage, typologie, contenu, enveloppe) montre que l'on peut également représenter le degré d'organisation des corps pédologiques. Elle souligne la nécessité d'un premier niveau d'intégration, entre données pédologiques (contenu-sol) et géomorphologiques (enveloppe physiographique). L'analyse spatiale de l'ensemble du milieu naturel pourra être reconsidérée sur ces bases.

CONCLUSION

A travers les notions de diagnostic et de type, de langage et de partage sémantique, de combinatoire et de quantification, de contenu et d'enveloppe, c'est bien une méthodologie nouvelle de l'étude du milieu naturel qui vient d'être définie. Les quelques pages qui précèdent ont dû se limiter à la présenter de façon sommaire, mais le

lecteur intéressé pourra se reporter aux publications citées dans la liste bibliographique.

Cette méthodologie a des avantages très apparents, qui ont été soulignés à plusieurs reprises. Elle lève certaines difficultés ou certaines ambiguïtés des pratiques traditionnelles, elle constitue une base transdisciplinaire. C'est ce dernier aspect qui est certainement le plus essentiel. Mais à cela nous ajouterons une nouvelle remarque.

Les classifications des sols (USDA, FAO) sont présentées comme les outils d'un travail devant se dérouler à l'échelle mondiale. Elles imposent certains concepts ou certaines méthodes dans le but de favoriser le transfert, d'un pays à l'autre, à la fois de l'information et des spécialistes eux-mêmes.

Une méthodologie qui prétend se fonder sur un langage a elle aussi une valeur d'universalité. Mais, paradoxalement peut-être, elle permet une certaine indépendance, elle facilite un travail établi à l'échelle régionale. Les diagnostics utilisés peuvent être adaptés à des domaines particuliers, sans référence contraignante à ce que l'on admet ailleurs. Les concepts pédogénétiques (s'il s'agit des sols) d'une école locale ne sont pas à rejeter, mais à situer par rapport à d'autres champs sémantiques. Au contraire des classifications qui tentent de la réduire, le langage accepte la diversité conceptuelle.

BIBLIOGRAPHIE

- BEAUDOU, A.G. - 1977 - Note sur la quantification et le langage typologique - Cah. ORSTOM, sér. Pédol., 15, 1.
- BEAUDOU, A.G. & CHATELIN, Y. - 1977 - Méthodologie de la représentation des volumes pédologiques. Typologie et cartographie dans le domaine ferrallitique africain - Cah. ORSTOM, sér. Pédol., 15, 1.
- BEAUDOU, A.G. & COLLINET, J. - 1977 - La diversité des volumes pédologiques cartographiées dans le domaine ferrallitique africain - Cah. ORSTOM, sér. Pédol., 15, 1.
- BEAUDOU, A.G. & SAYOL, R. - Carte pédologique de la Côte d'Ivoire à 1/200.000. Feuilles Boundiali et Korhogo - ORSTOM, Notice Explicative, à paraître.
- CHATELIN, Y. - 1972 - Les sols ferrallitiques. Historique. Développement des connaissances et formation des concepts actuels - ORSTOM, sér. Init. Doc. Techn. n°20, 98 p.
- CHATELIN, Y. - 1976 - Contribution à une épistémologie des sciences du Sol - Thèse, Fac. Sci., Dijon (Fr.), 142 p.
- CHATELIN, Y. & MARTIN, D. - 1972 - Recherche d'une terminologie typologique applicable aux sols ferrallitiques - Cah. ORSTOM, sér. Pédol., 10, 1, pp 25-43.
- FILLERON, J.C. - Thèse, en préparation.
- HALLE, F. & OLDEMAN, R.A.A. - 1970 - Essai sur l'architecture de croissance des arbres - Masson (Fr.), 178 p.
- KAHN, F. - Thèse, en préparation.
- Recherche d'un langage transdisciplinaire pour l'étude du milieu naturel - Compte-rendu des Séminaires de Paris, Montpellier, Abidjan (septembre et octobre 1977, janvier 1978) - ORSTOM, sér. Trav. et Doc., à paraître.

- RICHARD, J.F. - 1975 - Paysage, écosystème et environnement. une approche géographique - L'Espace Géographique, 4, 2, pp 81-92.
- RICHARD, J.F. - 1977 - In "Le dynamisme pionnier dans le sud-ouest ivoirien. Ses effets sur le milieu forestier". Annexe B. Méthodologie de l'étude intégrée des milieux naturels et humanisés - UNESCO, Programme sur l'homme et la biosphère, pp 209-246.
- RICHARD, J.F. - Thèse, en préparation.
- RICHARD, J.F.; KAHN, F. & CHATELIN, Y. - 1977 - Vocabulaire pour l'étude du milieu naturel (tropiques humides) - Cah. ORSTOM, sér. Pédol., 15, 1.

TABLEAU 1 - LE PREMIER NIVEAU DE DIAGNOSE

| | | |
|--------------|---|---|
| SUPRAPLEXION | PALIPHYSE | Feuillages
(systèmes assimilateurs) |
| | PROPHYSE | |
| | MONOPHYSE | |
| | PLEIOPHYSE | |
| | STYLAGE | Branches et troncs
(axes conducteurs) |
| | DENDRIGE | |
| | STIPIAGE | |
| | OPHIAGE | |
| METAPLEXION | KORTOPHYTION - Variantes: kortode, kortodon, gramen, gramon | |
| | NEOPHYTION | |
| | NECROPHYTION | |
| | EPIPLEXOL | - Variantes: strict, nēcrumite, phorophytion, zoolite, épilite |
| | GRUMORHIZE | |
| INFRAPLEXION | APPUMITE | - Variante: dendrilagē |
| | STRUCTICHRON | - Variantes: dyscrophe, strict, aliatique, pēnēvoluē, argillique, psammitique |
| | PSAMMITON | |
| | GRAVOLITE | |
| | GRAVELON | |
| | STERITE | - Variantes: fragistērite, pētrostērite |
| | RETICHRON | - Variantes: strict, durirētichron |
| | ALTERITE | - Variantes: isaltērite, allotērite |

TABLEAU 2 - DEUXIÈME ET TROISIÈME NIVEAUX DE DIAGNOSE

| Diagnose primaire
(identification) | Diagnose secondaire
(structure) | Diagnose complémentaire
(critères spécialisés) |
|---------------------------------------|------------------------------------|---|
| STRUCTICHRON | Psammoclode | Texture |
| | Amérode | Saturation |
| | Pauciclode | Minéralogie |
| | Anguclode | Matière organique |
| | Aliatode | Rétention en eau |
| |etc |etc |
| | | |

TABLEAU 3 - QUELQUES CATEGORIES APPLICABLES A TOUTES LES COMPOSANTES DU MILIEU NATUREL

| | |
|--|--|
| orthique
parorthique
lysique
.....etc
<u>Sur la définition</u> | ēpi-
hypo-
ana-
.....etc
<u>Sur la situation</u> |
| ortho-
brachy-
lepto-
.....etc
<u>Sur le développement</u> | -et
-at
-ie
.....etc
<u>Sur le temps</u> |

TABLEAU 4 - UN EXEMPLE DE QUANTIFICATION TYPOLOGIQUE

| <u>Règle générale</u> | <u>Cas de trois phases</u> |
|--|--|
| X : 0
X - (stigme a) : 0 - 5%
X - (phase a) : 5 - 15%
X - (a) : 15 - 30%
(a)- X : 30 - 45%
X - (A) : 45 - 55% | a = y phase z
STRUCTICHRON (gravillonnaire) ā phase graveleuse

a = y stigme z
STRUCTICHRON (ā phase gravillonnaire) et stigme graveleux |
| <u>Cas de deux phases</u> | |
| STRUCTICHRON
STRUCTICHRON ā stigme gravillonnaire
STRUCTICHRON ā phase gravillonnaire
STRUCTICHRON gravillonnaire
Gravo-STRUCTICHRON
STRUCTICHRON-GRAVOLITE | |

TABLEAU 5 - UN EXEMPLE DE REPRÉSENTATION GRAPHIQUE DES PRINCIPAUX DIAGNOSTICS RELEVÉS
SUR UNE TOPOSEQUENCE

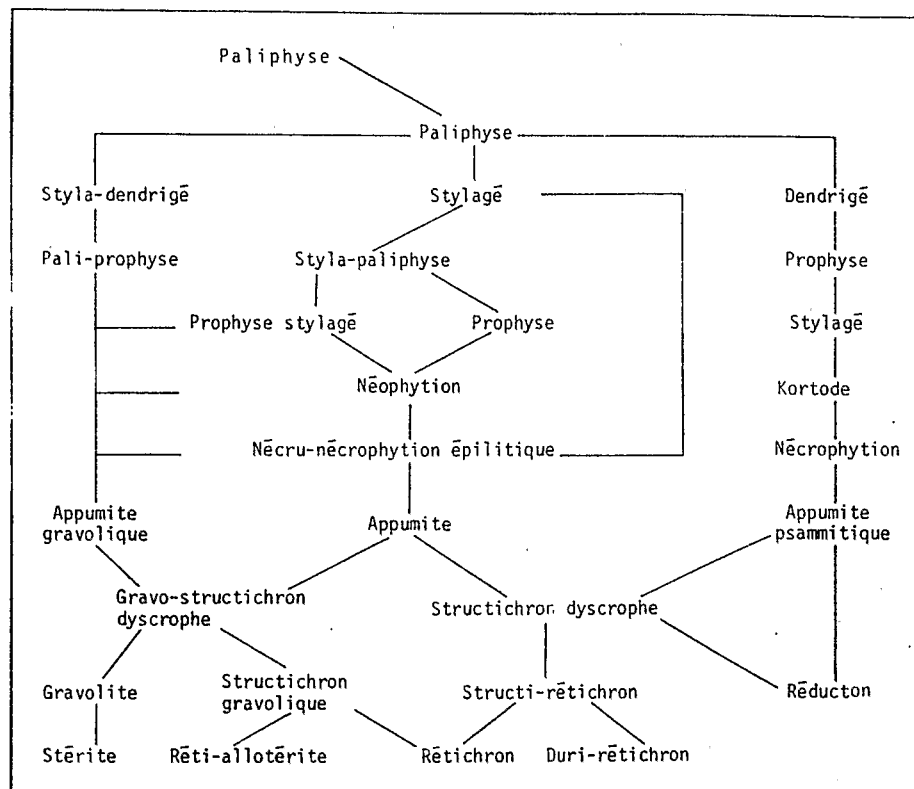


TABLEAU 6 - UN EXEMPLE DE NIVEAUX EMBOÎTÉS

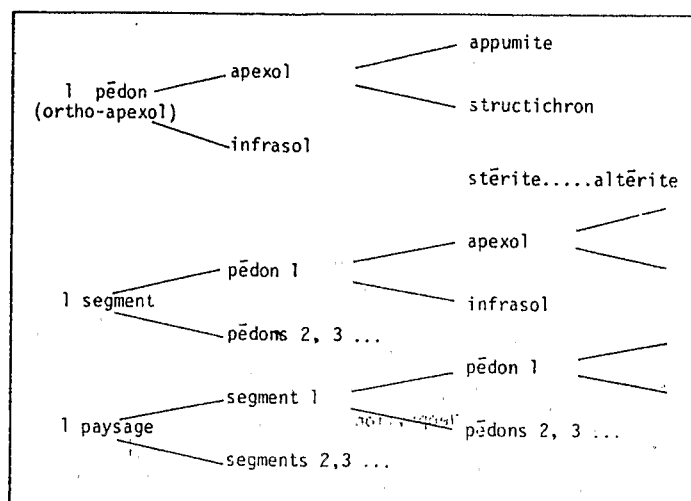


TABLEAU 7 - EXEMPLE D'UNE LÉGENDE SIMPLIFIÉE DONNÉE À UN SEGMENT

| <u>Enveloppe physiographique</u> | <u>Contenu-sol</u> |
|---|--|
| Sommet de croupes sub-aplanies et convexo-concaves | Lepto-apexols et brachy-apexols à structichrons rouges, argilo-sableau, pauciclodes. Infrasols à gravolites puis alté-stériles |
| <u>Concepts pédogénétiques</u> | |
| Ferraillitisation, remaniement et induration des sols | |

