

# Structure pédologique et fonctionnement du sol en relation avec la production végétale

## ANALYSE AU NIVEAU PARCELLAIRE

G. CALLOT\*

---

### INTRODUCTION

La notion de sol a souvent été confondue ou associée à des concepts de *terre*, *terrain* voire *terroir*. Au début, le sol fut surtout rattaché à sa fonction agricole (LITTRE, 1843). DOKOUTCHAEV (1883) fut donc le premier à concevoir le sol comme une entité spécifique, constituée par une superposition de couches, qui ont constitué les éléments de base des diverses classifications et études des systèmes pédologiques. *L'humus*, considéré comme une retombée de la végétation, a pris une place importante, en *zone non cultivée* où l'équilibre sol/végétation n'a pas été perturbé par l'homme.

En *zone cultivée*, l'homogénéisation des couches de surface par les techniques culturales fait disparaître l'action physico-chimique de l'humus sur l'évolution du sol. Aussi, la plupart des pédologues (français, anglais, américains...) se sont concentrés sur la caractérisation des structures (porosité) et de l'arrangement des constituants. Ils ont ainsi privilégié les phénomènes d'altération et les relations du sol avec le substrat géologique.

En étudiant les phénomènes d'altération et de pédogénèse, les chercheurs ont surtout abordé le fonctionnement des sols au cours du temps (histoire); les structures actuelles étant les résultantes *des fonctionnements passés*. Or pour répondre au comportement d'un couvert végétal, il est nécessaire d'aborder le *fonctionnement actuel* du sol.

Cette conception du sol dans ses relations avec les roches éloigna ainsi progressivement les pédologues des agronomes; ces derniers étant *plus préoccupés par les « aptitudes culturales ou potentialités culturales » d'un sol que par la pédogénèse*.

Au cours de diverses actions interdisciplinaires avec agronomes forestiers, pathologistes végétaux, physiologistes végétaux, nous avons essayé de montrer l'intérêt d'une connaissance approfondie du fonctionnement actuel du sol pour mieux comprendre le *comportement d'un couvert végétal*. En particulier, l'analyse des structures du sol à *l'interface sol/racine*, domaine où il est possible de contrôler les interactions sol/plante, peut apporter ainsi une contribution utile à l'Agronomie (1).

---

\* I.N.R.A. - Science du Sol - Place Viala - 34060 MONTPELLIER.

(1) Voir ouvrage I.N.R.A. 1983 - « Mieux comprendre les Interactions sol/racine ». Incidence sur la nutrition minérale.

## I. L'APPROCHE PÉDOLOGIQUE : STRUCTURES ET VARIABILITÉS SPATIALES DES PROPRIÉTÉS DU SOL

Dans l'approche pédologique abordée à l'échelle régionale, dans un paysage ou sur une toposéquence, chaque profil de sol est défini d'une manière globale par une superposition de couches (ou horizons).

Selon la conception du sol, mais surtout l'échelle d'analyse, les différentes couches de sol peuvent être :

- considérées comme caractéristiques d'un *profil de sol* et représentatives d'une surface dite « homogène » ;
- servir de base à la construction de différents systèmes en suivant leurs différenciations sur des *toposéquences (aspect qualitatif)* ;
- mesurées **individuellement** en prenant en compte un ou plusieurs paramètres (aspect quantitatif avec courbes d'isovaleur).

### 1.1. Variabilité spatiale des profils de sol (notion de zone homogène) :

Dans ce type d'analyse du milieu, la démarche pédologique traditionnelle se décompose en trois phases successives :

Pour connaître la distribution des sols à l'échelle d'un paysage, le pédologue procède habituellement de la manière suivante (fig. I<sub>1</sub>) :

1. Délimitation d'une surface de sol apparemment homogène.
2. Description d'une ou plusieurs coupes et profils de sol représentatifs.
3. Construction d'un volume à l'image d'un profil moyen (le plus fréquemment observé).

La construction de ce volume est généralement faite en prenant en compte les caractéristiques d'une ou plusieurs couches (horizon diagnostic, etc.). Ce type de construction par extrapolations successives aboutit ainsi au rassemblement d'une famille de sols constituée par des individus tous différents dans le détail, mais possédant au moins un facteur commun.

En fait, à l'intérieur de ces unités de sols dites « homogènes », comme entre deux unités, il existe toujours *une variation progressive* entre les structures de chaque horizon constitutif d'un sol.

### 1.2. Variabilités spatiales des couches du sol (étude structurale de toposéquence)

Pour mieux exprimer les variations progressives qui existent entre les différents sols, G. BOCQUIER (1971) puis R. BOULET ont décomposé plus finement le sol en analysant successivement les *structures et microstructures des couches du sol* sur diverses toposéquences ou dans des bassins versants.

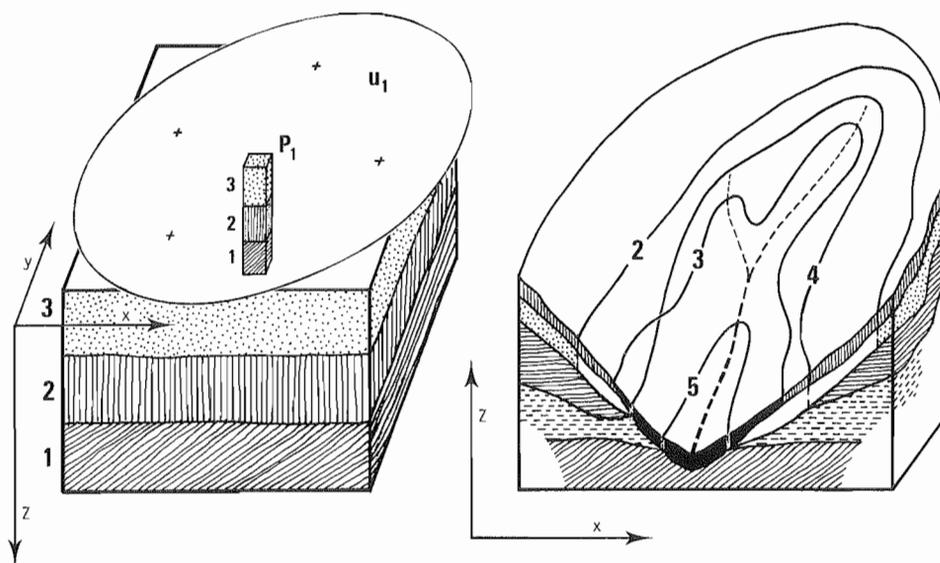
Cette approche a permis de mettre en évidence l'importance des transferts latéraux (mouvement des éléments dissous ou en suspension), susceptibles d'exister sur un versant. L'expression graphique de cette analyse structurale s'exprime par des courbes dites « d'iso-différenciation » (BOULET et al. 1982) (cf. fig. I<sub>2</sub>).

### 1.3. Variabilités des paramètres des différentes couches du sol

À l'échelle de la parcelle (*aspect agronomique*), la plupart des champs cultivés sont hétérogènes (variabilités de texture ou structures des couches de surface - variabilités de profondeur et structure de l'horizon B; etc. Aussi la construction de courbes d'isovaleur de paramètres physiques des différentes couches du sol est susceptible de mieux renseigner sur cette hétérogénéité structurale (JAILLARD, 1980) (fig. I<sub>3</sub>).

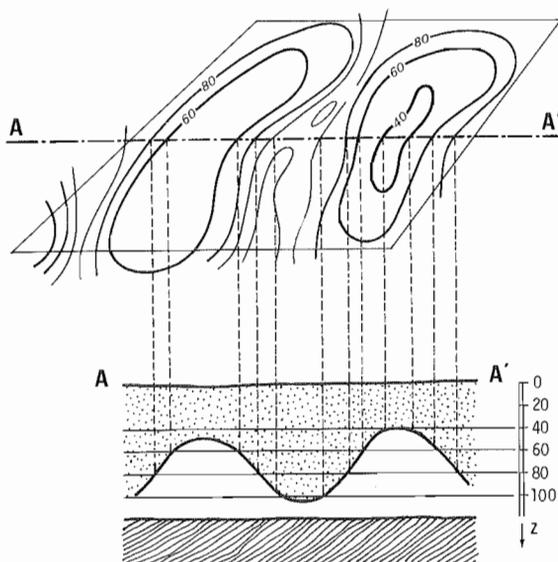
Ces approches pédologiques apportent ainsi des informations sur les structures du sol et leur variabilité dans l'espace, avec une précision d'autant plus grande que l'échelle est grande.

STRUCTURE PÉDOLOGIQUE ET FONCTIONNEMENT DU SOL EN RELATION AVEC LA PRODUCTION VÉGÉTALE. ANALYSE AU NIVEAU PARCELLAIRE



1 - CONSTRUCTION D'UNITÉ DE SOL A PARTIR DE PROFIL

2 - COURBES D'ISODIFFÉRENCIATION DES HORIZONS (d'après R. BOULET et col., 1982)



3 - COURBES D'ISOVALEUR DE PARAMÈTRES PHYSIQUES OU CHIMIQUES DE CHAQUE COUCHE DE SOL

FIG. I : Différentes méthodes d'analyse structurale du sol à l'échelle parcellaire.

FIGS I : Different methods of structural, detailed soil mapping.

L'analyse au niveau régional permet d'aborder le fonctionnement du sol dans ses relations avec le substratum géologique; par contre l'étude détaillée à l'échelle de la parcelle précise mieux les relations du sol avec le comportement d'un couvert végétal.

Dans ces approches, le pédologue définit des structures du sol évolutives *dans le temps* (aspect climatique) ou *dans l'espace* (transferts latéraux), mais considérés comme *stables à l'échelle de vie d'une plante*.

## II. L'APPROCHE AGRONOMIQUE

### 2.1. Analyse de terre et structures du sol

Pour réduire les *effets d'hétérogénéité du sol*, l'agronome effectue plusieurs prélèvements sur une même parcelle et raisonne la fertilisation sur l'interprétation de l'analyse physico-chimique d'un échantillon moyen. Si cette méthode est susceptible de donner des informations sur l'évolution du *stock d'éléments présents* dans le sol, elle ne peut en aucun cas renseigner sur la *disponibilité de ces éléments pour la plante*.

L'absorption des éléments minéraux, en particulier l'azote, est réglée par l'alimentation hydrique, comme l'a montré C. MAERTENS (1964) en comparant colonisation racinaire/structure du sol et fonctionnement hydrique dans une même parcelle. Les réserves en eau des couches profondes permettent souvent de valoriser la fertilisation azotée des couches superficielles, même si ces dernières sont sèches (voir BALIFF, 1978 - SEBILLOTTE et al. 1978).

Pour mieux conduire une fertilisation, il est donc nécessaire de prendre également en compte, les paramètres physiques du milieu, susceptibles d'assurer un développement régulier et profond du système racinaire. Parmi ces paramètres, il faut citer les structures des couches de surface et des couches profondes, obstacle à la pénétration de racines, réserve en eau des couches du sol, *réserves hydriques des couches*, continuité inter-couches, etc. Ce dernier paramètre est apparu déterminant sur le rendement du blé d'hiver en Champagne crayeuse (BOIFFIN et al., 1982).

### 2.2. Variabilités spatiales des paramètres hydriques

Le développement des techniques de mesure du potentiel de l'eau dans le sol, permet d'apprécier *les transferts de l'eau dans le sol*. Il est donc possible de suivre sur un site donné les variations de l'eau *dans le temps*, au cours de la vie d'une plante. En multipliant tests et mesures hydriques in situ, sur une même parcelle il est également possible de suivre les variations du stock d'eau dans l'espace. Diverses cartes paramétriques (variations, humidité, densité, etc.) peuvent être construites et renseigner ainsi sur le stock disponible pour la plante.

Les techniques de prospection par mesure de résistivité électrique du sol (CABIDOCHÉ et SERVANT, 1980 : BOTTRAUD, 1983) permettent d'exprimer le degré de variation des caractéristiques structurales et hydriques du sol. Ces méthodes de type géophysique, adaptées au domaine pédologique sont très fiables pour souligner les discontinuités qui existent entre les couches. En milieu très fracturé et sec, les méthodes de prospections sismiques peuvent également renseigner sur le degré et type de fracturation du substratum, et par la même sur la dynamique de l'eau (VERGES, 1982; MEYER, 1984).

Divers travaux ont montré également les relations qui existaient entre fonctionnement hydrique et l'évolution des structures et microstructures du sol [BOUMA (Hollande), MATHIEU (Maroc), HUMBEL (en Guyane), CABIDOCHÉ-JAILLARD (vertisol des Antilles)]. Cette structuration du sol commande elle-même le mode de *colonisation du système racinaire*.

D'une manière générale toutes les méthodes et techniques de mesure in situ abordées à l'échelle de la parcelle, sont susceptibles de renseigner l'ensemble des paramètres physiques et structuraux du sol sur ce qui règle le développement du système racinaire et son alimentation hydrique.

Dans de nombreux cas, il existe des « accidents de végétation » (carence, toxicité, cas pathologiques, etc.), liés à un déséquilibre nutritionnel de la plante. *L'étude microstructurale de l'interface sol/racine*, qui précise la nature des éléments en contact avec la racine, est apparue particulièrement révélatrice, pour renseigner sur le bon fonctionnement d'un système racinaire. Pour comprendre les modifications susceptibles d'exister dans l'environnement immédiat d'une racine, il est toutefois nécessaire de connaître le fonctionnement d'un système racinaire.

### III. FONCTIONNEMENT DU SYSTEME RACINAIRE ET RELATIONS AVEC LES STRUCTURES DU SOL

#### 3.1. Colonisation racinaire

C'est à travers le réseau poral (fracture, fissure, pores) que se *développe* le système racinaire, et que *se font les échanges entre le sol et la racine*. A l'exception des systèmes irrigués où l'eau (solution fertilisante) peut être fournie directement à la racine, dans la plupart des cas, l'extraction de l'eau du sol s'effectue en milieu non saturé. Cette extraction semble d'autant plus forte que l'on se situe près des parties aériennes (pompe). Les travaux de MAERTENS ont *montré qu'une partie seulement du système racinaire (1/5<sup>e</sup>) était suffisante pour alimenter normalement la plante*. On comprend ainsi l'intérêt d'un système racinaire uniformément réparti dans l'ensemble du sol. Comme on peut l'observer sur la figure II, pour assurer à la plante des possibilités maximales d'exploitation des réserves en eau et en sels minéraux, la colonisation racinaire doit pouvoir s'adresser à toutes les couches du sol. Une unité progressive entre les couches du sol favorise ainsi une distribution homogène du profil racinaire. Par contre, une limite brutale entre les couches, concentre les racines dans les couches de surface et rend alors la plante plus sensible aux variations hydriques climatiques.

*Aussi, le mode de transition entre les horizons du sol sera un élément très important à prendre en compte dans une approche agronomique.*

#### 3.2. L'interface sol/racine (bio-disponibilité des éléments - notion de rhizocylindre)

L'étude structurale des couches du sol renseigne sur les possibilités de colonisation du sol par le système racinaire; il est toutefois nécessaire qu'il n'existe pas d'obstacle (mécanique, physique ou chimique) entre l'agrégat du sol (source d'eau et d'élément) et la racine (fonction puits), pour assurer *la bio-disponibilité des éléments fertilisants*.

#### 321. Diffusion de l'eau et des ions dans le rhizocylindre

Le rhizocylindre peut être considéré comme le volume de sol soumis à l'influence des phénomènes de succion et d'extraction racinaire. Le rayon de cette zone d'influence varie de quelques dizaines de microns (rhizoplan), à quelques centimètres. Il dépend de la nature des matériaux mais surtout de la solubilité des éléments absorbés (fig.3<sub>2</sub>).

Il est de l'ordre de 1 mm pour  $P_2O_5$ , 5 mm pour  $Ca^{++}$ , 7,5 mm pour  $K^{++}$ , 2-10 cm pour l'azote.

Ces mouvements des sels dans la zone rhizocylindre se traduisent, soit par un appauvrissement en certains éléments ( $H_2 PO_4 - KO^+$  par exemple soit par une concentration en éléments excédentaires pour la plante (comme  $Ca^{++}$ ,  $Mg^{++}$ ,  $+++$ ,...).

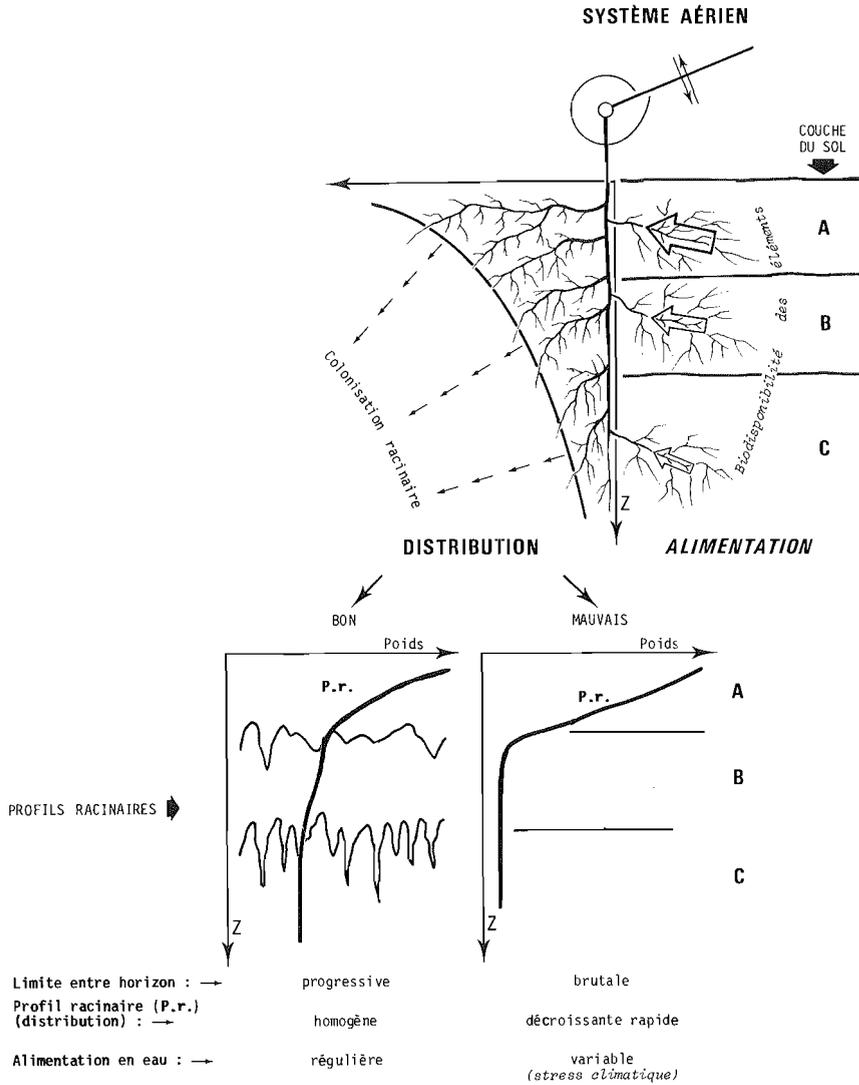
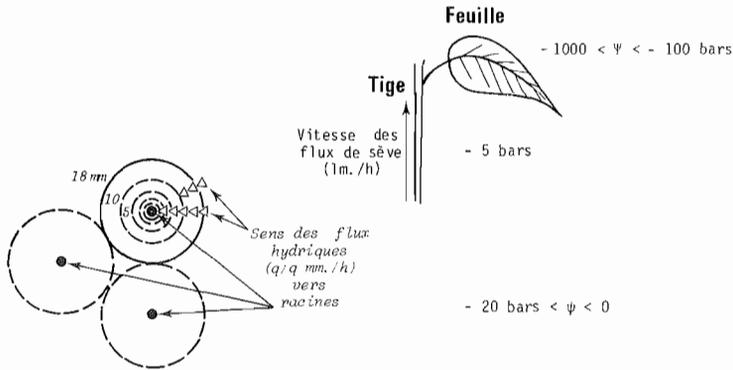
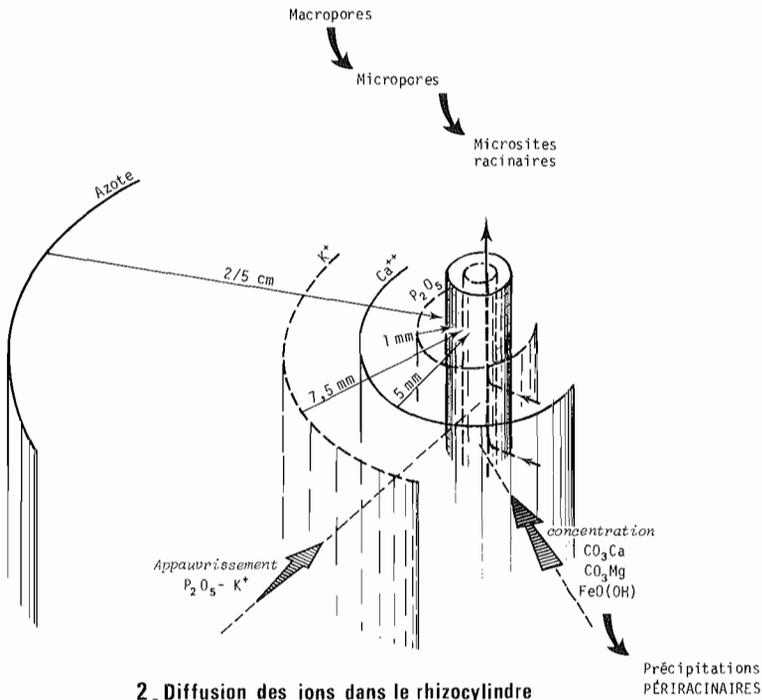


FIG. II. : *Distribution du système racinaire dans le sol.*  
Distribution of root system in soil.



**1. Convergence des flux hydriques vers les racines**

(d'après MAERTENS - 1974)



**2. Diffusion des ions dans le rhizocylindre**

FIG. III. : *Mouvements de l'eau et des ions dans le rhizocylindre. Water and solute movements an absorbing root*

Ces concentrations de sels peuvent, dans certaines conditions (milieux sec ou asphyxiant, par exemple) entraîner des précipitations à l'extérieur de la racine, voir à l'intérieur des cellules. Les gaines de calcaire autour des racines sont bien connues, de même que les racines gainées par les oxydes de fer, ou les précipitations d'oxalate de calcium dans les cellules des feuilles ou des racines.

322. Observations microstructurales de l'interface sol/racine

L'étude des microstructures à l'interface sol/racine, va donc être une information particulièrement précieuse pour connaître les véritables conditions dans lesquelles se nourrit la racine.

Les techniques de micromorphologie du sol peuvent être utilisées en imprégnant des échantillons frais (échange eau/acétone/résine), puis en effectuant des coupes transversales et longitudinales de la racine et de son micro-environnement. Ces dernières augmentent considérablement les chances d'observations des structures non perturbées.

Toutefois les techniques de micromorphologie empruntées aux géologues sont souvent mal adaptées pour analyser des structures biologiques très fragiles. Il est alors nécessaire de compléter cette technique par l'observation et la microdissection des échantillons sous loupe binoculaire (microchirurgie du sol) et de poursuivre l'analyse au microscope électronique à balayage avec micro-analyse.

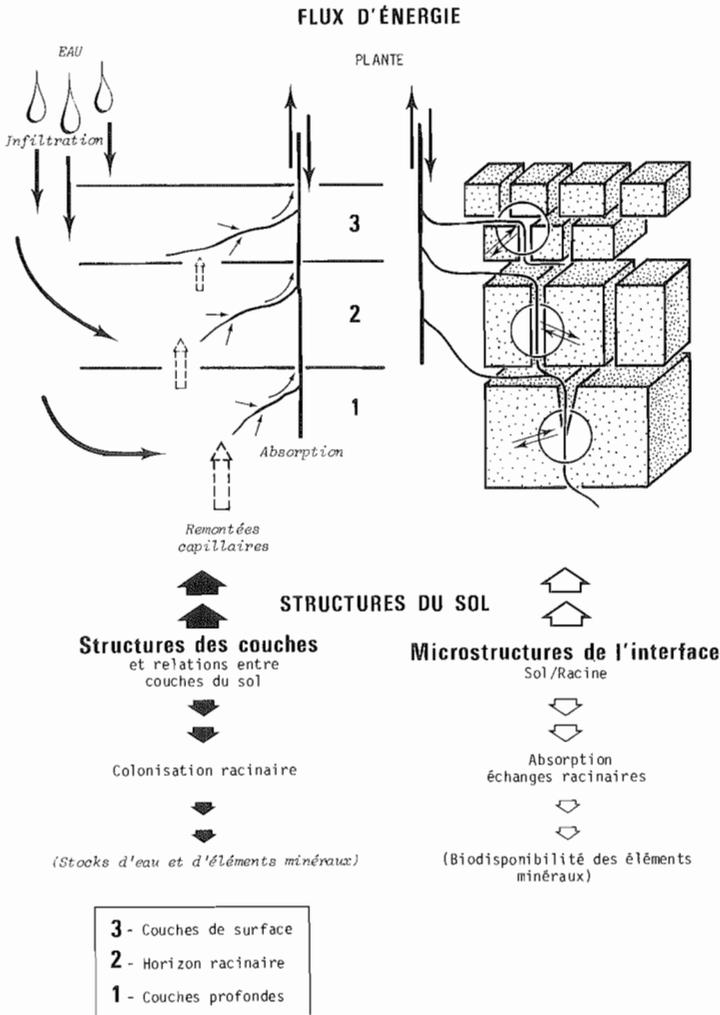


FIG. IV. Interactions à l'interface sol/racine  
Interaction at the soil/root interface.

## STRUCTURE PÉDOLOGIQUE ET FONCTIONNEMENT DU SOL EN RELATION AVEC LA PRODUCTION VÉGÉTALE. ANALYSE AU NIVEAU PARCELLAIRE

D'une manière générale, l'étude de l'interface sol/racine permet ainsi de mieux suivre les modifications du sol au contact même de la racine et d'en dégager des conséquences sur le fonctionnement même de la plante.

### IV. EXEMPLES DE RELATIONS ENTRE LES STRUCTURES DU SOL ET LA PRODUCTION VÉGÉTALE

Différents exemples de systèmes pédologiques ont été choisis pour mettre en évidence le rôle des structures du sol sur le comportement du couvert végétal.

Dans chaque situation ont été confrontés :

- des informations d'analyse *pédologique structurale*, à différentes échelles ;
- des données relatives au *fonctionnement hydrique du sol* ;
- *le comportement du couvert végétal*.

#### 4.1. MÉTHODE D'ANALYSE DES VARIABILITÉS SPATIALES DES STRUCTURES DU SOL

Comme nous l'avons signalé dans les chapitres précédents, pour aborder l'analyse des structures pédologiques en relation avec la production végétale, il est nécessaire de prendre en compte l'ensemble des paramètres susceptibles de régler le développement du système racinaire et l'alimentation hydrique de la plante.

D'une manière générale, *3 horizons de fonctionnement hydrique* du sol, en relation avec l'enracinement peuvent être définis (JAILLARD et LUC, 1980) :

3. *Horizons de surface à forte variation de teneur en eau*, directement soumis aux conditions météorologiques et racinaire.

2. *Horizons intermédiaires*, à tendance saisonnière où l'activité des racines conditionne les variations du régime hydrique.

1. *Couches profondes* ne présentant pas de variations décelables des teneurs en eau (régime hydrogéologique).

C'est donc en prenant en compte la structure de *ces trois types d'horizons et leurs interactions* (type de limite en horizons) qu'il sera alors possible de construire différents systèmes présentant des fonctionnements homogènes. L'analyse cartographique est faite en abordant l'analyse du sol *de la base du profil vers les couches supérieures*. Cette méthode permet ainsi de construire des modèles structuraux, d'abord basés sur les caractéristiques des couches profondes du sol variant peu dans l'espace, puis d'aborder secondairement les variabilités rapides des propriétés des couches de surface.

En fonction des régimes climatiques, des systèmes géomorphologiques (dynamique de l'eau), du type de végétation (profondeur de l'enracinement), *la structure d'une couche* (1), (2), (3) (cf. fig. V) peut devenir un élément déterminant du fonctionnement d'un système. Dans trois systèmes géo-pédologiques différents, nous montrerons comment le fonctionnement des couches du sol intervient dans la réaction d'un couvert végétal.

#### 4.2. RELATIONS PRODUCTION FORESTIÈRE/TYPE DE FRACTURATION DU SUBSTRATUM CALCAIRE - SYSTÈME DE TYPE 3/1

Au cours de diverses études interdisciplinaires (Actions D.G.R.S.T.) effectuées dans les Alpes du Sud, en collaboration avec la Station de Recherches forestières I.N.R.A. Avignon, nous avons pu mettre en évidence le rôle déterminant la fracturation sur la productivité et le comportement hydrique des cèdres, chênes pubescents et chênes verts. Les zones à forte productivité étant en relation avec un calcaire fracturé à faible profondeur (— 5 mètres) avec remplissage d'argile rouge, alors que les zones à faible productivité correspondant à des systèmes fracturés sur grande épaisseur (— 12 mètres) où les pentes d'eau sont très rapides (fig. VI).

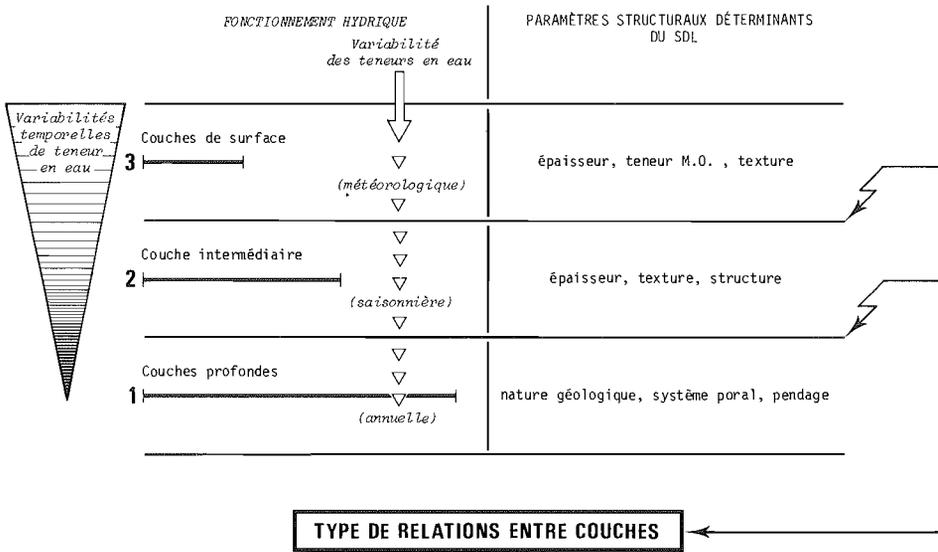


FIG. V. Principaux paramètres des couches du sol intervenant dans le fonctionnement hydrique du sol.

Main parameters of soil horizons determining an instrumental role in soil-water functioning.

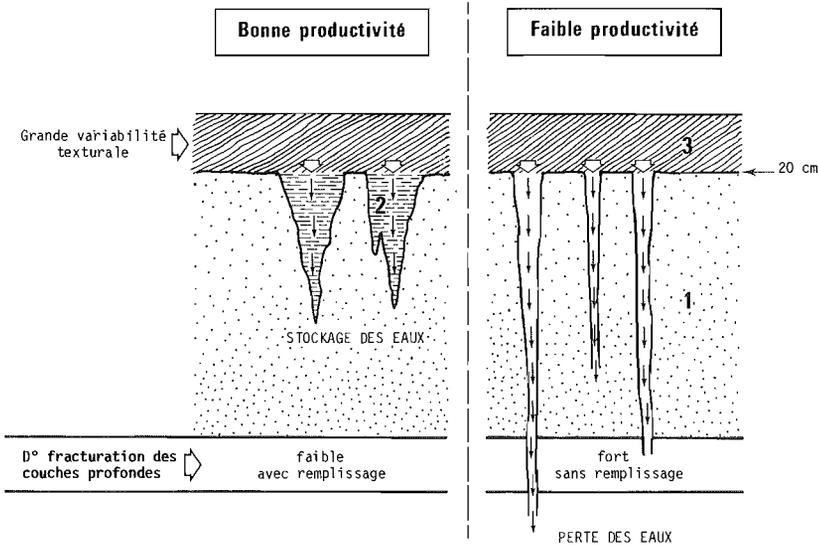


FIG. VI. Relations productivité forestière/ structure du substratum calcaire (Alpes du Sud).

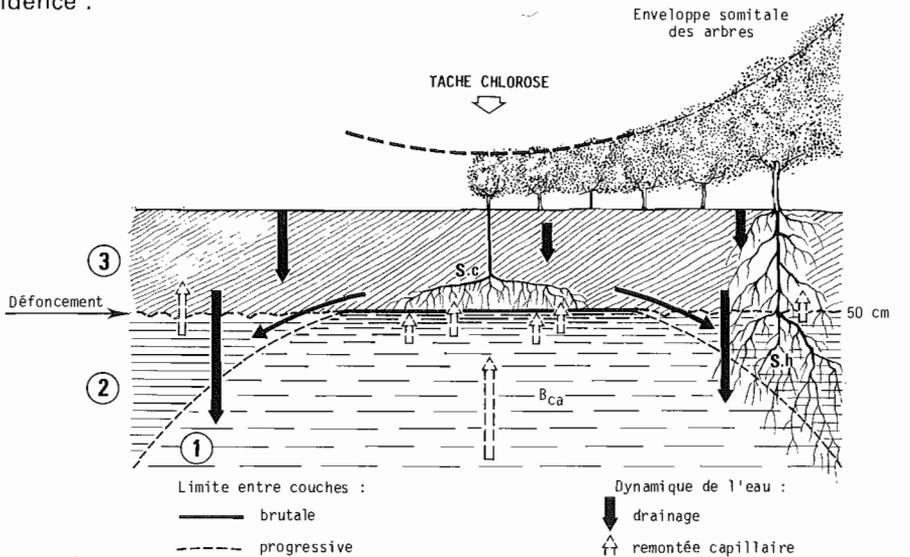
Forest productivity and structure of limestone substratum relationships

Dans ce système karstique, les couches de surface (3) sont très hétérogènes (degré de pierrosité) et la couche intermédiaire est absente, les caractéristiques physiques des couches profondes constituent alors les éléments déterminants de

la production forestière, dans la mesure où elles règlent l'alimentation en eau, durant la période estivale. L'analyse de la fracturation et du type de remplissage des couches profondes a pu être abordé par une approche géophysique à l'aide de méthodes sismiques (VERGES, 1982).

4.3. Apparition de tache de chlorose en relation avec la profondeur d'un encroûtement calcaire - système de type 3/2

La chlorose, maladie physiologique des plantes est susceptible de diminuer considérablement le rendement d'une production végétale (fruitiers en particulier). Diverses études ont mis en relation l'apparition de cette « maladie », avec la présence d'une croûte calcaire (2) proche de la surface. La présence de cette couche calcaire limite le développement du système racinaire, mais induit surtout un fonctionnement hydrique du sol variable à quelques mètres de distance seulement (JAILLARD, 1980). L'analyse d'une tache de chlorose sur pêcher (fig. VII) a mis en évidence :



Distribution des racines : S.c = concentrée à la discontinuité S.h = uniformément répartie

INTERFACE SOL / RACINE

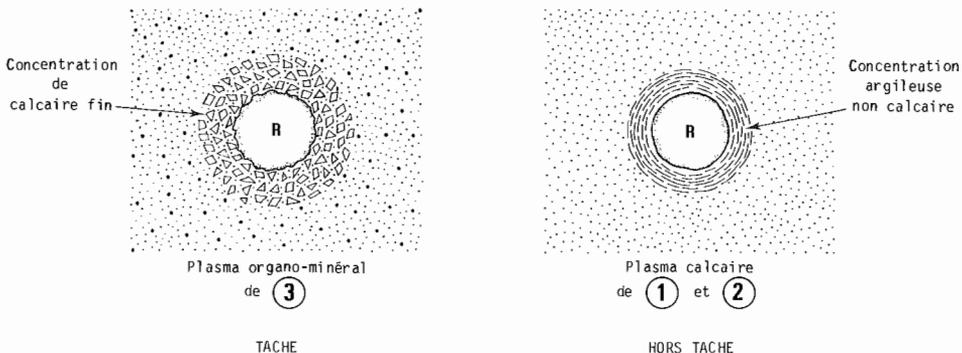


FIG. VII. Exemple de relation - Apparition d'une tache de chlorose profonde de l'horizon intermédiaire/fonctionnement hydrique (d'après B. JAILLARD, 1980).

— *Dans la tache*, la limite entre les couches de surface (3) et l'horizon intermédiaire (2), Bca est brutale; le système racinaire traçant est concentré à la limite du défoncement. Le système fonctionne avec remontée capillaire dans la croûte, l'infiltration de l'eau étant limitée aux couches de surface.

— *Hors de la tache*, où la végétation est saine la limite entre couche est progressive, le système racinaire uniformément répartie sur le profil, le système fonctionne en drainage, avec infiltration profonde des eaux.

Par suite de l'hétérogénéité du fonctionnement hydrique, les réserves en eau des zones saines sont nettement supérieures à celles des zones de tache, limitées par l'encroûtement calcaire.

— Enfin l'analyse de l'interface *sol/racine* fait nettement apparaître :

— en **situation chlorosante** des racines entourées d'une gaine calcaire qui modifie le milieu dans un sens défavorable;

— dans les zones **non chlorosantes** la racine est entourée d'argile qui assure à la plante de meilleures conditions physico-chimiques.

#### 4.4. Tache de déficience de la vigne en relation avec la structure des couches de surface - système de type 3

Au cours de l'étude de tache de déficience de la vigne effectuée en sol sableux homogène à nappe (1), nous avons pu mettre en évidence, que des faibles variations structurales des couches de surface étaient suffisantes pour induire un développement différentiel de la Vigne. La synthèse des recherches présentées sur la fig. VIII fait apparaître :

— dans *les zones hors tache*, où la productivité de la Vigne est normale, la structure des couches de surface, malgré la texture sableuse, est cohérente. Cette cohésion des grains est assurée par un revêtement organo-minéral intergrains qui assure ainsi en période estivale une remontée capillaire à partir de la nappe (DRIDI et PITON, 1980);

— par contre *dans la tache*, les grains de sables sont lisses, la structure non cohérente et les remontées capillaires inexistantes, la réserve en eau est alors insuffisante pour nourrir la plante en été.

Enfin les études géochimiques et microbiologiques récentes ont montré (C. GRIMALDI, à paraître) que l'agrégation des sables est en relation avec une meilleure activité des micro-organismes (hyphes mycéliens en particulier) et acides organiques sécrétés par ces micro-organismes. De plus, le fonctionnement hydrique différentiel, induit également un cycle différent du calcium et du magnésium qui interviennent alors directement sur les conditions du milieu (pH) et forcément sur la nutrition de la plante. On constate d'ailleurs, *dans la tache* une faible teneur du calcaire actif dans les couches de surface et début d'encroûtement calcaire en profondeur, alors que dans la zone hors tache la teneur en calcaire actif plus élevée en surface, décroît avec la profondeur. A quelques mètres de distance le cycle du calcium est inversé.

Ces différences à l'échelle des microstructures et du fonctionnement biogéochimique se traduisent par les variations très nettes des profils racinaires (fig. IX).

— *dans la tache*, la décroissance des profils est très rapide à partir de 40 cm ;

— *hors tache*, la décroissance est plus progressive.

On retrouve ainsi dans cet exemple les éléments des profils racinaires modèles présentés sur la figure.

Ces quelques exemples pris parmi de nombreuses actions opérationnelles, interdisciplinaires, *orientées vers l'analyse de cas agronomiques*, nous montrent l'intérêt d'une approche pédologique structurale détaillée prolongée à l'interface

(1) Ces études sont menées au domaine I.N.R.A. de Vassal (Hérault) avec l'aimable collaboration de M. TRUDEL, Régisseur du domaine et de M. RENNES que nous tenons à remercier.

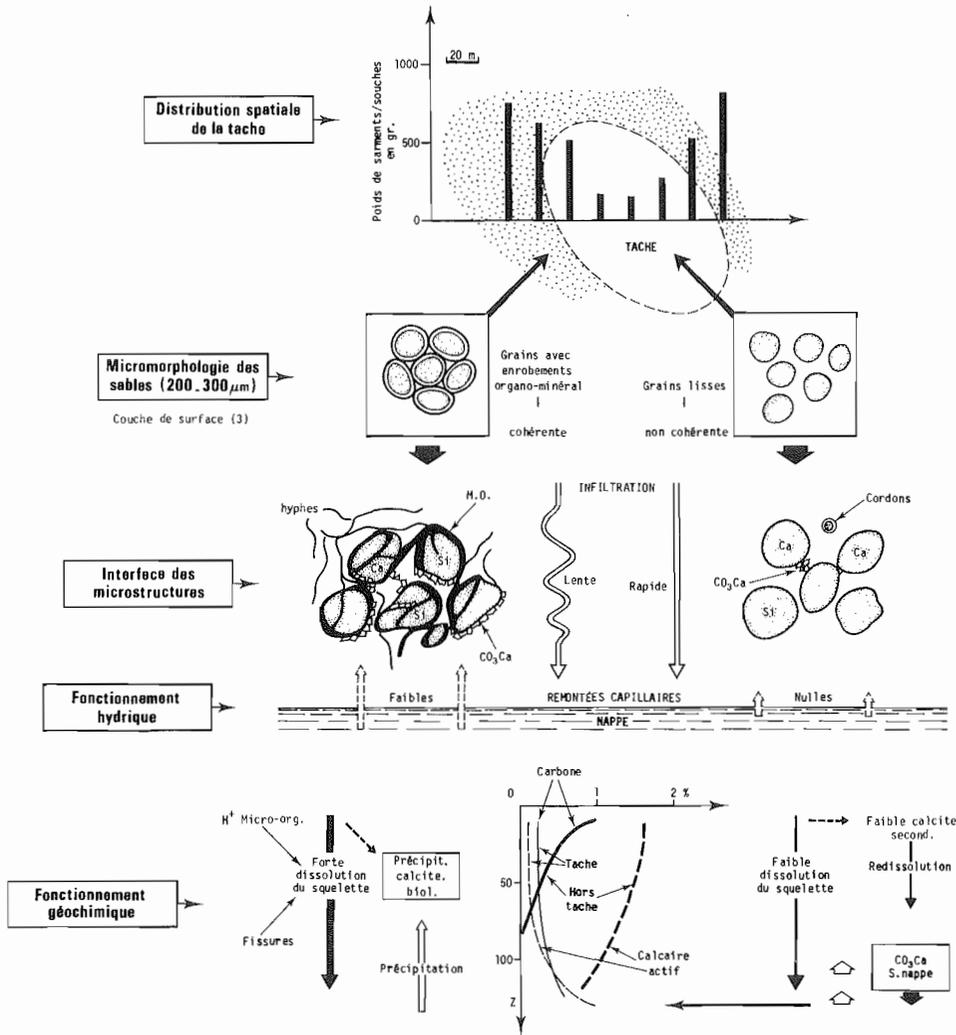


FIG. VIII : Relation tache de déficience de la vigne/microstructure des couches de surface et fonctionnement hydrique (Domaine de Vassal - d'après DRIDI et PITON (1980) et GRIMALDI (à paraître).

*Relationships between nutritional deficiency of vine microstructure of top-soil and waterflow.*

sol/racine. Complétée par l'étude du fonctionnement hydrique des différents systèmes, elle est susceptible d'aider à une meilleure compréhension du fonctionnement sol/plante.

### CONCLUSIONS :

D'une manière générale, les approches pédologiques traditionnelles s'efforcent surtout de comprendre le fonctionnement historique du sol. L'étude pédologique privilégiant l'interface sol/racine constitue, me semble-t-il, le point d'ancrage entre

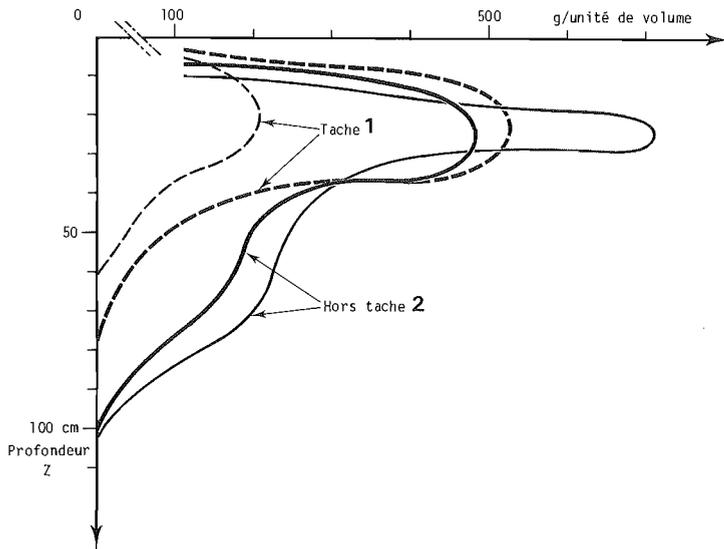


FIG. IX : *Profils racinaires de vigne comparés en sol sableux*  
(Domaine de Vassal)

1. Dans la taches. 2. Hors tache.

*Root system distributions in sandy soil*

1. Vine out of deficiency spot.

2. Vine inside déficient spot.

pédologues, agronomes et physiologistes, car elle s'adresse au *fonctionnement actuel* du sol en relation avec la plante. Cette analyse doit s'effectuer à deux niveaux en étudiant l'*aspect macrostructural du sol* (inter-actions entre couches), l'alimentation en eau des plantes en période estivale, mais aussi l'*aspect microstructural inter-agrégat* et à l'*interface sol/racine* dans la rhizosphère. Ce dernier aspect règle la biodisponibilité des éléments pour la plante.

Dans nos premières investigations, il nous a semblé que les modifications apportées dans le sol par la présence d'un système racinaire sont très rapides — et susceptibles dans certaines conditions (en particulier stress hydrique) — de placer la racine dans des « microsites », anormalement concentrés en certains éléments toxiques pour la plante.

Ces modifications rapides dans la rhizosphère, poseront naturellement des problèmes de nutrition à la plante, qui devra s'adapter et explorer de nouveaux sites. Mais au cours de son évolution la racine contribuera ainsi à modifier profondément les structures du sol et à construire de nouvelles structures, participant ainsi activement à la pédogénèse.

Les transformations observées dans des climats à système contrasté, sur des cas pathologiques, sont-elles aussi importantes sous climats tempérés, acides ou tropicaux... ? Quels sont les incidences de ces modifications du rhizocylindre, sur les propriétés physiques du sol (agrégation, fissuration, etc...) ?

Autant de questions qui sont posées pour l'avenir aux jeunes chercheurs confrontés en Science du Sol et en Agronomie à l'éternel problème des relations sol/plante.

Bibliographie

- BOCQUIER G., 1971 — Genèse et évolution de deux toposéquences de sols tropicaux du Tchad. Interprétation biogéodynamique. Thèse O.R.S.T.O.M. Paris, 350 p.
- BOIFFIN J., CANEILL S., MEYNARD J.M., SEBILLOTTE M., 1981 — Elaboration du rendement et fertilisation azotée du blé d'hiver en Champagne crayeuse. I — Protocole et méthode d'étude d'un problème technique régional. *Agronomie 1 (7)*, pp. 549-558.
- BOIFFIN J., MEYNARD J.M., SEBILLOTTE M. et CANEILL J., 1982 — Elaboration du rendement et fertilisation azotée du blé d'hiver en Champagne crayeuse. III — Influence des variations pédologiques; conséquences pour la conduite de la culture. *Agronomie 2 (5)*, pp. 417-428.
- BOTTRAUD J.C., 1983 — Résistivité électrique et étude des sols. Applications à la cartographie et à la caractérisation du fonctionnement hydrique. Thèse 3<sup>e</sup> cycle U.S.T.L. Ingénieur en Agronomie. Option Pédologie, 191 p.
- BOULET R., CHAUVEL A., HUMBEL F.X., LUCAS Y., 1982 — Analyse structurale et cartographie en pédologie. Prise en compte de l'organisation bidimensionnelle de la couverture pédologique. *Cahier O.R.S.T.O.M., service Pédologie, vol. XIX, 4*, pp. 309-321.
- BOULET R., HUMBEL F.X., LUCAS Y., 1982 — Analyse structurale et cartographie en pédologie. II — Une méthode d'analyse prenant en compte l'organisation tridimensionnelle des couvertures pédologiques. *Cahier O.R.S.T.O.M. Service Pédologie XIX, 4*, pp. 323-339.
- BUGES B., 1978 — Analyse cartographique de diverses situations chlorosantes en relation avec dynamique de l'eau. D.E.A. E.N.S.A. Montpellier. Option Pédologie.
- CABIDOUCHE Y.M., SERVANT J., 1980 — Carte des sols de la ferme de Combi. Guyane. Station I.N.R.A. Antilles Guyane (comm. pers.).
- CALLOT G., CHAMAYOU H., MAERTENS C., SALSAC L., 1983 — Mieux comprendre les interactions sol/racine. Incidence sur la nutrition minérale. Edit. I.N.R.A. 325 p.
- DRIDI et PITON, 1980 — Contribution à l'étude hydrodynamique de sol sableux cultivé. D.E.A. E.N.S.A. Montpellier U.S.T.L.
- HENIN S., 1960 — Le profil cultural. Soc. Edition Ing. Agri. Paris-6<sup>e</sup> 320 p.
- JAILLARD B., 1980 — Fonctionnement hydrique d'un sol carbonaté. Incidence sur la chlorose ferrique. Thèse 3<sup>e</sup> cycle.— U.S.T.L. Montpellier. 132 p.
- JAILLARD B. et LUC J.P., 1979 — Comparaison de la dynamique de l'eau entre trois parcelles à enracinement différents. *Bull. G.F.H.N. 5*, 73-98.
- MEYER M., 1984 — Applications de la sismique réfraction à la prospection pédologique des sols et des formations superficielles. Thèse Docteur Ingénieur en Agronomie. E.N.S.A. Montpellier. 174 p.
- SEBILLOTTE M., BOIFFIN J., CANEILL J., MEYNARD J.M., 1978 — Sécheresse et fertilisation azotée du blé d'hiver. Essai d'analyse de situation au champ par l'étude des composants du rendement. *Science du Sol 3*, pp. 197-214.
- VERGES V., 1982 — Contribution à l'analyse et à la représentation cartographique des formations pédologiques en moyenne montagne calcaire. *Thèse 3<sup>e</sup> cycle*. Paris VII. 230 p.

