

## Enquêtes diagnostics réalisées en bananeraies intensives du Cameroun, de la Martinique et de la Guadeloupe.

B. DELVAUX et M. DOREL

Dans plusieurs situations de production bananière (Cameroun, Antilles françaises), un certain nombre d'indicateurs témoignent d'une dégradation de la fertilité difficilement explicable par une approche classique des problèmes. Elle se traduit par un plafonnement, voire une réduction des rendements dans des situations où les techniques culturales semblent correctement appliquées dans l'état actuel de nos connaissances.

Afin de cerner de plus près les principaux agents causaux de cette évolution, une approche de type enquête diagnostic a été adoptée, afin de s'affranchir de tout à priori et de bien identifier et hiérarchiser les principales contraintes.

Le schéma d'enquête est articulé autour de trois volets principaux très complémentaires :

- une caractérisation du milieu climatique, pédologique et biologique (nématodes et champignons),
- des examens du profil cultural permettant d'inventorier les principales contraintes qui s'exercent sur les systèmes racinaires et bulbaires de la plante,
- des enquêtes parcellaires destinées à collecter des informations sur la plante et son potentiel de production, sur le sol et sur les techniques culturales, dans un maximum de sites en un minimum de temps et ce, si possible, à diverses époques de l'année.

Nous présentons ici les résultats très synthétiques d'enquêtes réalisées au Cameroun (1984), en Martinique (1987) et en Guadeloupe (1988).

### CONCLUSION DE L'ENQUETE DIAGNOSTIC CAMEROUN : ROLE DES CONSTITUANTS DE SOLS VOLCANIQUES ET DE LEURS PROPRIETES DE CHARGE DANS LE FONCTIONNEMENT DE L'AGROSYSTEME BANANIER

Suite à une diminution des rendements, une enquête diagnostic fut réalisée en 1982 dans les systèmes de culture bananière d'exportation au Cameroun afin de préciser l'incidence du milieu et de l'itinéraire technique sur le potentiel de production de la culture.

Les résultats de cette enquête, publiés antérieurement (DELVAUX *et al.*, 1986) mettent principalement en évidence une relation étroite entre le type de sol, la nutrition cationique de la plante et son potentiel, estimé par la circonférence du faux-tronc à 1 m du sol et le nombre de mains femelles de l'inflorescence.

Les sols sont dérivés de pyroclastes (cendres, lapillis...) basaltiques d'époque quaternaire. Les dépôts étant d'âges différents, les sols diffèrent en fonction de leur degré d'altération (état des réserves minérales, minéraux pri-

maires), de la nature des minéraux secondaires issus des processus d'altération et de pédogenèse et par conséquent de la nature de leur complexe d'échange. La distribution spatiale des sols montre qu'ils sont associés au sein de séquences d'altération de type andosol → sol brun eutrophe → sol brun lessivé → sol ferrallitique.

Les concentrations relatives et absolues des cations K, Ca, Mg dans la solution du sol conditionnent, entre autres, leur absorption par le bananier. Elles dépendent de trois types de facteurs : (a) des facteurs externes (pluviométrie, fertilisation), (b) le stade physiologique de la plante (absorption minérale) et (c) de facteurs intrinsèques liés au type de sol, à savoir l'état des réserves minérales et le comportement du complexe d'échange, susceptible ou non de stocker tel ou tel élément et donc de modifier sa sensibilité à la lixiviation. La connaissance de ces facteurs intrinsèques

nécessite donc la caractérisation du degré d'altération des sols et l'étude du système sol-solution.

Dans les andosols, les réserves élevées en Ca, Mg et l'absence d'adsorption sélective de l'ion K par les colloïdes organiques et allophaniques rendent cet élément très sensible à la lixiviation et contribuent à l'apparition de carences potassiques, à l'origine de potentiels de production médiocres dans ces sols. Dans les sols brunifiés, dominés par l'halloysite hydratée, l'état des réserves calco-magnésiennes et une adsorption hautement sélective de l'ion K sont à l'origine d'une garniture cationique équilibrée. Dans les sols ferrallitiques, la kaolinite est le minéral argileux dominant, les faibles réserves magnésiennes de ces sols, leur acidité et leur saturation aluminique élevées favorisent la rétention sélective du potassium par rapport aux cations divalents Ca, Mg. Il en résulte un excès relatif du potassium par rapport au magnésium qui est à l'origine du bleu magnésien, fréquemment observé dans ces sols.

Une caractérisation détaillée des fractions argileuses extraites des sols brunifiés et ferrallitiques montre que, dans ces matériaux, l'halloysite hydratée est contaminée par des smectites (argiles gonflantes) dont la teneur et la densité de charge diminuent avec le degré d'altération des sols. La présence de ces minéraux est responsable de l'adsorption

sélective du potassium par le complexe adsorbant (DELVAUX, 1988).

La convergence des résultats, obtenus à différentes échelles (maille du feuillet argileux, interface sol-solution et parcelle cultivée), souligne l'intérêt d'une caractérisation détaillée des sols et de l'étude de leurs propriétés de surface dans le diagnostic de la fertilité des systèmes de culture étudiés. Ces propriétés sont susceptibles d'influencer non seulement le comportement des éléments fertilisants, mais aussi celui des pesticides (GREEN, 1981) et, par ailleurs, le «fonctionnement» biologique des sols, par le biais des interactions existant entre les micro-organismes et les surfaces adsorbantes (STOTZKY, 1986).

Une variation similaire de la sélectivité d'échange K-Ca observée ici en fonction du type de sol a été étudiée dans des séquences de sols dérivés de matériaux volcaniques de Martinique (FONTAINE et DELVAUX, 1989). Elle corrobore les observations de GODEFROY et DORMOY (1983) et permet l'extrapolation de la mise en place de systèmes d'avertissement à la fertilisation préconisés par ces auteurs dans d'autres régions géographiques, par le biais de la connaissance de leurs propriétés de surface (cas de la Guadeloupe, publication en cours).

#### ENQUETE DIAGNOSTIC SUR LA DEGRADATION DE LA FERTILITE DES SOLS DANS LES BANANERAIES INTENSIVES DE LA MARTINIQUE IDENTIFICATION DES FACTEURS LIMITANTS

Suite aux cyclones David (1979) et Allen (1980), les systèmes de culture bananière intensive de Martinique ont enregistré une diminution globale des rendements, avec toutefois des différences marquées en fonction du milieu écologique (DELVAUX *et al.*, 1985). Une enquête diagnostique a été réalisée en 1984-1985 de manière à préciser les facteurs limitant la production. Globalement, elle a été conduite en deux étapes : caractérisation du système racinaire *in situ*, incidence hiérarchisée des facteurs écologiques et techniques sur le potentiel de la plante.

Les paramètres du milieu montrent une diversité importante des conditions pédologiques et climatiques, par ailleurs étroitement corrélées entre elles (COLMET-DAAGE et LAGACHE, 1965). Dans les zones plus sèches, dominent les sols à faciès vertique. Dans les régions plus humides, la différenciation des sols est essentiellement liée à l'âge du matériau volcanique et à des différences stationnelles (altitude, pluviométrie). La séquence sol peu évolué → andosol est observée sur les dépôts récents de cendres et ponces. Sur tuffs andésitiques, la séquence est de type andosol → sol brun andique → sol brun rouille à halloysite. Les «ferrisols» (COLMET-DAAGE et LAGACHE, 1965) dérivent de l'altération de matériaux plus anciens (conglomérats de base).

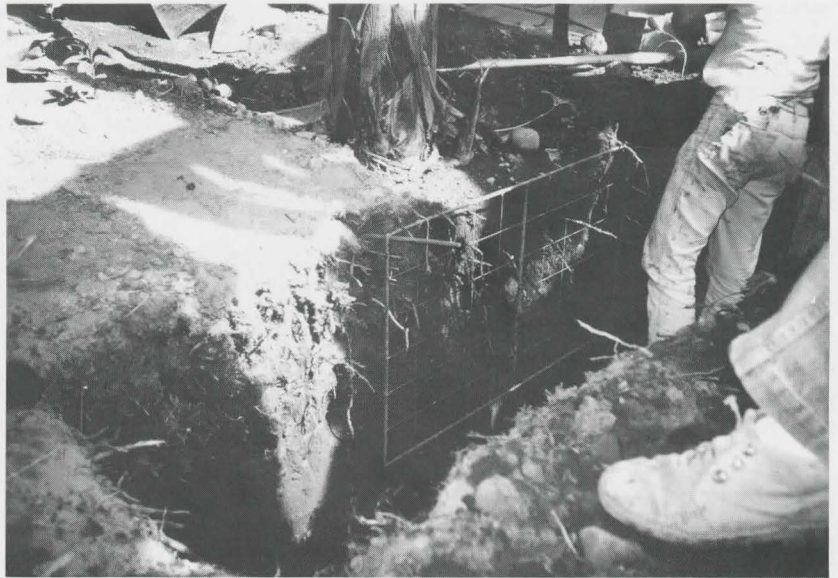
La caractérisation de l'enracinement au champ s'appuie sur l'observation conjointe du profil cultural et du profil racinaire (DELVAUX et GUYOT, 1989). Quel que soit le type de sol, l'extension du système racinaire est limitée

latéralement et verticalement par des variations du substrat, mesurables par une augmentation de la densité apparente et de la résistance mécanique à la pénétration. Dans les horizons explorés, les contraintes exercées sur le système racinaire sont d'origine physique (compacité, hydromorphie, ...) et biotique (parasitisme tellurique).

Les densités racinaires les plus faibles sont observées dans les «ferrisols», sols argileux et compacts où l'enracinement est particulièrement limité. D'une manière générale, on observe une relation inverse entre la densité racinaire des horizons superficiels et leur densité apparente. Ainsi les sols à faible densité apparente (sols dérivés de cendres et ponces, andosols sur tuffs) apparaissent comme des matériaux propices à l'exploration racinaire.

Si les contraintes physiques dominent dans les sols les plus argileux, les contraintes parasitaires apparaissent nettement dominantes dans les sols de texture grossière dérivés de cendres et ponces. En système monocultural, cette situation contraste avec la qualité de l'état sanitaire de l'appareil souterrain du bananier dans les sols vertiques. Ces observations soulèvent les questions de l'écologie parasitaire (relation milieu-parasite) et du comportement des produits nématicides dans les sols (relation milieu-produit-parasite-plante). En outre, il est intéressant de relier ces observations aux travaux de Ph. LORIDAT (1989) qui a mis en évidence la quasi-absence du *Cylindrocladium* (champignon pathogène de l'appareil souterrain du bananier) dans les sols à faciès vertique et sa fréquence d'isole-

Photo 1 - Profil culturel de bananier en Martinique.



ment élevée dans les sols dérivés de cendres et ponces.

L'analyse très globale de l'ensemble milieu-plante-techniques dans les bananeraies intensives de la Martinique s'appuie sur le traitement de données collectées *in situ* concernant le sol, la plante, l'itinéraire technique et l'historique des parcelles sélectionnées. Le potentiel de la plante a été estimé par la circonférence du faux-tronc à 1 m, le nombre de mains et de doigts femelles (bananiers au stade jetée de l'inflorescence). Les différences de potentialité sont liées principalement aux conditions climatiques (sol, climat, altitude) et secondairement aux choix techniques susceptibles d'influencer l'efficacité du système racinaire (précédent cultural, buttage, préparation des sols, profondeur d'enracinement ...).

Si l'influence du milieu apparaît prépondérante, en particulier sur le nombre de doigts, et dans une moindre mesure sur la circonférence, il faut souligner que ces deux critères, de même que le nombre de feuilles vivantes à la

floraison, ne répondent pas de manière identique aux différentes variables du milieu. Ces observations montrent qu'il serait très souhaitable de mieux connaître le fonctionnement des différentes composantes du rendement (schéma d'élaboration du rendement) pour interpréter correctement les enquêtes à ce niveau de précision. Elles indiquent en outre la nécessité d'effectuer un diagnostic des systèmes de culture pour chaque zone pédo-climatique.

Les gammes de variation du nombre de doigts femelles sont faibles dans les sols argileux où les contraintes d'ordre physiques limitent sévèrement l'efficacité du système racinaire. Par contre, ces gammes de variation sont considérables dans les sols sableux, dérivés de cendres et ponces, où, en système monocultural, les contraintes parasitaires s'exerçant sur le système racinaire sont prépondérantes. Deux facteurs de risque, variables en fonction du type de sol (et du climat), semblent limiter la fertilité des systèmes de culture : l'utilisation monoculturale des terres et l'absence d'un véritable travail du sol.

#### ENQUETE DIAGNOSTIC SUR LA FERTILITE DES SOLS DE BANANERAIE EN GUADELOUPE INFLUENCE DU MILIEU ET DES TECHNIQUES CULTURALES SUR LE DEVELOPPEMENT DU BANANIER

La production de la bananeraie guadeloupéenne a toujours été inférieure aux quotas qui lui sont réservés sur le marché français. Les rendements atteints sont très variables d'une plantation à l'autre. L'origine de ces variations de rendements est mal connue et attribuée tantôt aux techniques utilisées, tantôt au milieu écologique. Une enquête diagnostic a donc été réalisée en 1987 afin d'identifier et de hiérarchiser les facteurs de productivité.

Dans une première étape, il a été procédé à une observation du système racinaire dans les différentes conditions pédologiques et climatiques. Dans une deuxième étape l'influence des facteurs techniques et écologiques sur la productivité a été évaluée.

Les caractéristiques pédologiques et climatiques sont

très variables d'un point à l'autre de la bananeraie.

La pluviosité croît fortement avec l'altitude selon un gradient qui dépend de la position par rapport aux vents.

La différenciation des sols, tous d'origine volcanique, est liée à l'âge et à la nature du matériau volcanique (matériau ancien et imperméable → sols ferrallitiques, matériau récent et perméable → andosols et sols brun rouille à halloysite) mais aussi à la pluviosité (topo-climato-séquence : sols brun rouille à halloysite-sols bruns andiques-andosols-andosols perhydratés).

Les caractéristiques de l'enracinement du bananier varient en fonction du niveau des contraintes physiques, hydriques et parasitaires. Ces contraintes dépendent forte-

ment du milieu écologique.

#### Sols argileux :

- fortes contraintes physiques sur racines que les techniques de travail du sol traditionnelles ne permettent pas de supprimer. Ces contraintes physiques limitent fortement le développement des racines et perturbent l'alimentation en eau du bananier en période sèche ;

- forte contrainte parasitaire (complexe nématode-champignon) difficile à maîtriser avec les produits phytosanitaires utilisés.

#### Andosols et sols bruns andiques.

- forte contrainte parasitaire (complexe nématode-champignon) dans les sols de la côte au vent également très difficile à maîtriser par la lutte chimique ;

- contrainte parasitaire pratiquement nulle dans les sols de la côte sous le vent (faibles populations de nématodes et absence de champignons pathogènes). On observe sur ces sols une bananeraie pérenne qui se maintient pratiquement en équilibre avec le milieu (quantité d'intrants très faible). L'origine de ce faible parasitisme tellurique ne fait pour l'instant que l'objet d'hypothèses. La nature des constituants minéraux des sols de la côte sous le vent qui diffère sensiblement de ceux de la côte au vent pourrait influencer sur le développement des parasites ou sur le comportement des pesticides. Le système de culture, par son incidence sur les rythmes de restitution et sur le mode de biodégradation de la matière végétale pourrait également jouer un rôle important.

#### Andosols perhydratés.

- les capacités de drainage du sol, naturellement bonnes, peuvent être fortement réduites par un travail du sol effectué en mauvaise condition. Ceci entraîne, en période pluvieuse, la formation d'un milieu asphyxiant dans le sol qui perturbe fortement le développement racinaire ;

- à cette contrainte asphyxique se superpose un parasitisme tellurique très difficile à maîtriser. Le système racinaire est généralement superficiel et fortement nécrosé.

L'analyse de l'ensemble des données concernant la plante, le milieu et les techniques culturales a permis d'expliquer les variations du potentiel de production du bananier (estimée par la circonférence du faux-tronc à 1 m). Celles-ci sont liées en premier lieu aux facteurs pédologiques et climatiques.

On distingue des zones où les potentiels de production

sont élevés qui se caractérisent par des conditions climatiques et des propriétés physiques du sol particulières (pluviométrie annuelle d'environ 3 000 mm, sol léger à texture limoneuse) et des zones où les potentiels de productions sont plus faibles (zones sur sols argileux, zones d'altitude à pluviométrie excédentaire).

Les nécroses du système racinaire limitent le potentiel de production dans les zones où les contraintes racinaires sont déjà fortes (sols argileux, zones d'altitude). La nature et la fréquence des traitements nématicides n'a que peu d'influence sur l'intensité des nécroses racinaires.

Dans les zones à fortes potentialités c'est la capacité d'échange cationique du sol qui explique les variations de potentiel de production. La capacité d'échange cationique du sol dépend de la composition minérale et organique du sol et peut être altérée par certaines pratiques culturales (remodelage, travail du sol sur fortes pentes, maraîchage intensif).

Il faut remarquer une faible intervention des facteurs techniques sur le potentiel de production. Les pratiques utilisées sont en effet peu aptes à maîtriser les principales contraintes (contraintes physiques et parasitaires sur racines, déficit hydrique ...). Le niveau de production dépend alors surtout des caractéristiques naturelles du milieu.

Certaines techniques, dont la mise au point dans les conditions écologiques de la Guadeloupe reste à étudier, devraient cependant permettre de s'affranchir de certaines contraintes :

- la réalisation de rotations culturales et la plantation de matériel végétal sain devraient permettre de lutter efficacement contre les parasites telluriques, dans des sols où la lutte chimique n'en permet pas la maîtrise ;

- la définition d'itinéraires techniques prenant en compte les spécificités du comportement physique de chaque type de sol devrait assurer un ameublissement optimal du sol au moment de la plantation ainsi que son maintien au cours des cycles de culture. Les problèmes de déficit hydrique en zones basses et d'excès d'eau en altitude seraient alors en grande partie résolus.

D'une manière plus générale le remplacement de l'itinéraire technique unique, auquel tendent actuellement à se rapprocher toutes les exploitations, par des itinéraires adaptés aux spécificités de chaque zone pédo-climatique permettrait de maîtriser les contraintes et de valoriser les aptitudes d'un milieu naturel très variable malgré la relativement faible superficie de la bananeraie.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

COLMET-DAAGE (F.) et LAGACHE (P.). 1965.

Caractérisation de quelques groupes de sols dérivés de roches volcaniques aux Antilles françaises.  
*Cah. ORSTOM, Série Pédologie*, III (2), 91-121.

DELVAUX (B.). 1989.

Constituants et propriétés de surface de sols dérivés de pyroclastes basaltiques du Cameroun occidental.  
Approche génétique de leur fertilité.  
*Thèse, Unité de Chimie des Interfaces, U.C.L. (Louvain)*, 335 p.

DELVAUX (B.) et GUYOT (Ph.). 1989.

Caractérisation de l'enracinement du bananier au champ.  
Incidences sur les relations sol-plante dans les bananeraies intensives de Martinique.  
*Fruits*, 44 (12), 633-647.

DELVAUX (B.), LASSOUDIÈRE (A.), PERRIER (X.) et MARCHAL (J.). 1986.

Une méthodologie d'étude des relations sol-plante-techniques culturales par enquête diagnostique.

- Application à la culture bananière camerounaise.**  
**Synthèse des résultats.**  
*Fruits*, 41 (6), 359-370.
- FONTAINE (Sylvie) et DELVAUX (B.). 1989.**  
**Propriétés d'échange ionique de sols volcaniques de la Martinique.**  
**Application à la programmation de la fumure potassique.**  
*Fruits*, 44 (3), 123-133.
- GODEFROY (J.) et DORMOY (Micheline). 1983.**  
**Dynamique des éléments fertilisants dans les sols de bananeraies martiniquaises.**  
**Première partie.**  
*Fruits*, 38 (5), 373-387.  
**Deuxième partie.**  
*Fruits*, 38 (6), 451-459.
- GREEN (R.E.). 1981.**  
**Pesticide - clay - water interactions .**  
**In «Pesticides in soil and water» (W.D. Guenzi, editor).**  
*Soil Science Society of America*, 3-38.
- LORIDAT (Ph.). 1989.**  
**Etude de la microflore fongique et des nématodes associés aux nécroses de l'appareil souterrain du bananier.**  
**Mise en évidence du pouvoir pathogène du genre *Cylindrocladium*.**  
*Fruits*, 44 (11), 587-598.
- STOTZKY (G.). 1986.**  
**Influence of soil mineral colloids on metabolic processes, growth, adhesion and ecology of microbes and viruses.**  
**in «Interactions of soil minerals with natural organic and microbes» (F.M. Huang and M. Schnitzer, editors).**  
*Soil Science Society of America, Special publications*, 305-428.
- DOCUMENTS INTERNES IRFA ET DIVERS**
- DELVAUX (B.), MELIN (Ph.) et GUYOT (Ph.). 1985.**  
**La dégradation de la fertilité des bananeraies intensives de la Martinique. Méthodologie et orientation de l'enquête diagnostic.**  
*Doc. IRFA RA 85 BA n° 6.*
- DOREL (M.). 1989.**  
**Enquête diagnostic sur la bananeraie guadeloupéenne.**  
**Etude des facteurs limitants.**  
*Convention régionale, Rapport d'exécution, Doc. IRFA.*
- Zonage cultural de la bananeraie guadeloupéenne. 1977.**  
*ORSTOM, DDA, SICA-ASSOBAG, Document SICA-ASSOBAG.*
- Atlas des DOM (3). La Guadeloupe. 1982.**  
*Centre d'Etude de Géographie tropicale du CNRS.*