

LE SOL

Le sol est l'intermédiaire entre l'agriculteur et la plante, c'est au sol que sont apportés les engrais. Il permet la transformation, le transfert et l'accumulation des matières minérales et organiques, des gaz et de l'eau.

Le sol ne doit pas être considéré comme un support inerte, mais comme un organisme vivant ! Constitué d'une fraction biologique et d'une fraction minérale intimement liées, le sol a de nombreuses fonctions.

1. LES FONCTIONS DU SOL



Profil de sol vivant - Photo IT²

1.1- Fonction de régulation, d'échange et de filtre

■ Le sol est un milieu poreux traversé continuellement par des flux de gaz et d'eau. Il joue le rôle de filtre, notamment pour l'eau (biorémédiation des polluants, séquestration de dioxyde de carbone). La qualité des eaux dépend des propriétés du sol.

1.2- Fonction d'habitat ou fonction biologique

■ Le sol abrite une importante biodiversité d'organismes (animaux, végétaux, champignons, bactéries). L'activité de tous ces organismes est essentielle pour la construction du sol.

1.3- Fonction alimentaire

■ Le sol contient et produit tous les éléments indispensables à la vie. Par l'activité des micro-organismes (transformation de la matière organique), les éléments sont mis à disposition des plantes et autres organismes vivants.

2. LES DIFFÉRENTS TYPES DE SOL

■ Le planteur doit être conscient des caractéristiques de son sol, afin d'appréhender ses exigences et comprendre son comportement, en fonction des facteurs climatiques, mécaniques ou chimiques auxquels il est régulièrement soumis. Il existe en Guadeloupe et en Martinique plusieurs types de sol dont les particularités conditionnent l'itinéraire technique de la culture de la banane.

2.1- Les sols peu évolués sur ponces (Martinique)

■ Ce sont des sols sableux à petite CEC, à faible pouvoir tampon et à forte teneur en matière organique. Ils sont très lessivables et retiennent faiblement les éléments fertilisants (risque de carence potassique). Ces sols sont très érodibles.

2.2- Les andosols (sur ponces, sur tufs et perhydratés)

■ La CEC des andosols est faible à moyenne et varie en fonction du pH (particularité des andosols). Il est inutile de remonter ce dernier au-dessus de 5.5, pour préserver leur capacité de retenir les anions (notamment les nitrates). Situés dans les zones à pluviométrie élevée, ils subissent un fort lessivage des cations. Le risque de carence potassique est élevé, surtout après des chaulages excessifs.

■ Les andosols sur ponces ont un ressuyage lent et présentent une hydromorphie temporaire (asphyxie racinaire) en saison des pluies. Les andosols perhydratés contiennent naturellement beaucoup d'eau mais sont eux bien drainés.

2.3- Les sols bruns andiques

■ Ce sont des sols intermédiaires entre les andosols et les sols brun-rouille à halloysite. Ils présentent une bonne stabilité structurale et une bonne perméabilité. Ces sols ont une CEC élevée et une bonne rétention du potassium.

2.4- Les sols brun-rouille à halloysite

■ Ces sols présentent une CEC moyenne et une forte capacité de rétention du potassium. Le magnésium est moins bien retenu. Leur pouvoir de fixation pour le phosphore est élevé (faible quantité disponible) et la teneur en matière organique est moyenne. Ils ont une faible capacité de rétention en eau et sont sensibles à la compaction qui peut entraîner la dégradation du système racinaire.

2.5- Les ferrisols (Martinique)

■ Ce sont des sols argileux à CEC relativement faible. Ils présentent une compacité élevée qui réduit la pénétration de l'eau en profondeur induisant un engorgement temporaire même sur de fortes pentes et un fort ruissellement. Le sol présente peu d'affinité pour le potassium qui est rapidement lixivié.

2.6- Les sols ferralitiques (Guadeloupe)

■ Ce sont des sols profonds et argileux avec une faible capacité de rétention des éléments nutritifs. Ils sont friables et perméables.

Leur ressuyage est rapide, ce qui entraîne un déficit hydrique en période sèche. Le risque de phytotoxicité aluminique et manganésienne est élevé à cause de leur acidité.

2.7- Les sols à alluvions montmorillonitiques (Martinique)

■ Ces sols ont une CEC élevée et sont riches en cations (K, Ca, Mg, Na) mais surtout en magnésium. Le risque de carence potassique est très faible.

2.8- Les vertisols (ou sols vertiques)

■ Ces sols à CEC élevée sont riches en cations (K, Ca, Mg, Na). Ils sont compacts, collants et présentent des propriétés de gonflement et de rétraction causant de larges fissures en période sèche. Le ressuyage de ces sols est lent et ils peuvent alors être sensibles à l'érosion. Les vertisols présentent un déficit hydrique en période sèche et sont fragiles si la teneur en matière organique est faible.

Les vertisols Mg-Na (Côte Sous-le-Vent de la Guadeloupe, Martinique) : les teneurs en magnésium sont élevées et peuvent induire des carences indirectes en potassium. A l'état humide, ces vertisols deviennent imperméables et sont sensibles à l'érosion lors des fortes pluies car les argiles sont reliées par des cations peu flocculants (magnésium et sodium).

Les vertisols Ca-Mg (Grande-Terre sauf Abymes, Marie-Galante) : dans ces vertisols, les teneurs en calcium sont élevées. Les calcaires bloquent la minéralisation de la matière organique et passent le phosphore sous des formes peu assimilables par les plantes (phosphates de calcium). Toutefois, il existe des topo-séquences bien différenciées : les vrais vertisols, riches en magnésium dans les fonds et les parties concaves des pentes et les calcisols peu profonds, riches en calcaire et à pH élevé des mornes et des parties convexes des pentes.

2.9- Les sols alluvionnaires du Lamentin (Martinique)

■ Ce sont des sols avec une bonne CEC, argileux, avec une certaine proportion de sables. Le ressuyage est lent provoquant une hydromorphie temporaire dans les zones les plus argileuses. Ces mêmes zones ont une compacité élevée.

Enfin, tous les sols de Guadeloupe et de Martinique sont suffisamment argileux pour que des travaux du sol trop profonds ou exécutés en conditions trop humides provoquent des semelles de lissage qui augmentent le ruissellement et asphyxient la base des couches travaillées.

3. LES PROPRIÉTÉS PHYSICO-CHIMIQUES DU SOL

■ En agriculture, les propriétés du sol doivent favoriser au maximum le bon développement du bananier : stabilité, porosité, perméabilité, éléments nutritifs en quantité suffisante, bonne activité biologique, etc. ...

■ L'agriculteur peut influencer (positivement ou négativement) sur les propriétés du sol par ses pratiques : travail du sol, irrigation, fertilisation organique et minérale, apport d'amendements, ...

Le sol est constitué de trois phases :

- **Solide** : cailloux, sables, limons, argiles et matières organiques (organismes vivants, matières organiques fraîches, humus),
- **Liquide** ou solution du sol (eau et éléments nutritifs en solution),
- **Gazeuse** ou atmosphère du sol (air, azote, dioxyde de carbone, oxygène).

■ Le mode d'assemblage des constituants solides du sol définit la structure du sol. Cette structure est plus ou moins stable : la pluie et le travail du sol peuvent l'améliorer ou la dégrader. La structure du sol influe sur sa fertilité.

■ Les structures particulières sont défavorables :

- **Sables grossiers** : le sol ne retient ni l'eau ni les éléments nutritifs, il est filtrant et très sensible à l'érosion
- **Éléments fins** : le sol se colmate, se tasse et devient battant et imperméable.

■ Les structures compactes sont nuisibles :

- **Très faible perméabilité de l'eau et de l'air** (asphyxie des racines),
- **Forte résistance à la pénétration des racines,**
- **Difficiles à travailler.**

■ La structure grumeleuse est idéale :

- **Grande facilité de circulation de l'air et de l'eau,**
- **Bonne pénétration des racines et des outils** de travail du sol.

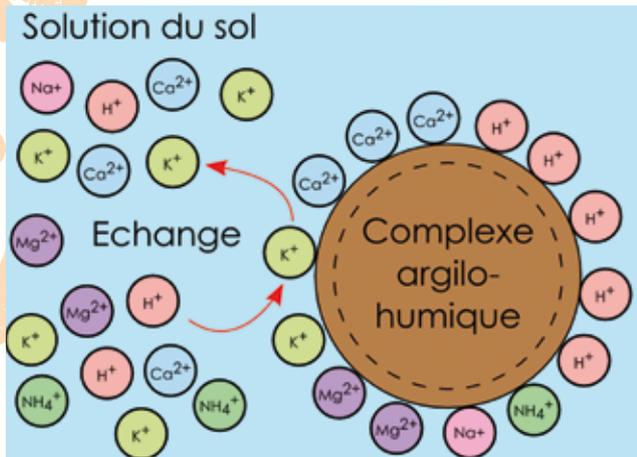
■ C'est principalement la vie du sol qui crée la structure. Les nombreuses racines, les filaments des moisissures, les bactéries, les vers de terre, les arthropodes (l'ensemble des organismes vivants du sol) granulent le sol pour l'orienter vers une bonne structure (verticale, stable et grumeleuse).

■ La plante se nourrit en prélevant les éléments nutritifs nécessaires à son développement dans la solution du sol sous forme d'ions. L'air occupe les vides laissés par l'eau. L'air permet d'apporter l'oxygène indispensable à la respiration des racines et des autres organismes vivants du sol. L'atmosphère du sol fournit aussi le diazote (N_2) aux bactéries symbiotiques fixatrices d'azote des légumineuses.

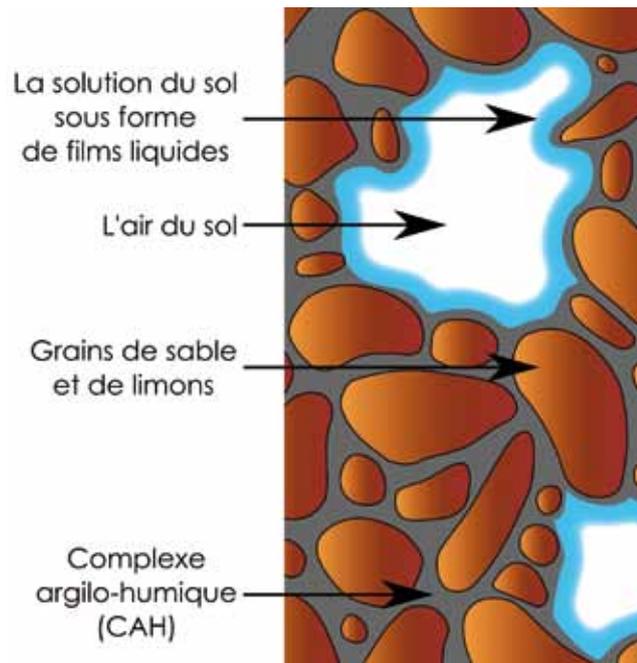
■ La nutrition des plantes ne repose pas uniquement sur la solution du sol. Le sol n'est pas qu'un support inerte, la phase solide agit sur la composition de la solution du sol et réciproquement.

■ Par diverses liaisons, l'argile et l'humus s'associent en un complexe argilo-humique. Ce complexe argilo-humique possède un pouvoir adsorbant. Sa charge électrique est négative et lui permet d'adsorber à sa surface ou à son voisinage des cations.

■ Ces cations sont alors plus ou moins échangeables avec ceux de la solution du sol. Avec d'autres adsorbants (limons, oxydes de fer et d'aluminium capables d'adsorber des anions), le complexe argilo-humique constitue le complexe adsorbant.

Complexe Argilo-Humique (CAH) - Source : IT²

La plante prélève les éléments dont elle a besoin dans la solution du sol qui va donc s'appauvrir. Il va y avoir échange avec le complexe adsorbant qui va libérer un certain nombre de cations de l'élément prélevé. La place ainsi libérée va être occupée par un autre cation venant de la solution du sol. Si la solution est trop pauvre en cations, c'est le cation H⁺ (hydrogène) qui va être adsorbé sur le complexe. Or, ce cation est responsable de l'acidité du sol qui est mesurée par le pH (potentiel hydrogène). Ainsi, sans apport d'engrais et d'amendements, le sol va s'acidifier petit à petit, mais certains engrais favorisent également l'acidification du sol.

Structure du sol - Source : IT²

Le pH est un facteur très important de l'assimilabilité des éléments. Lorsqu'il est trop bas (acide) ou trop haut (basique), le bananier a des difficultés à absorber certains éléments.

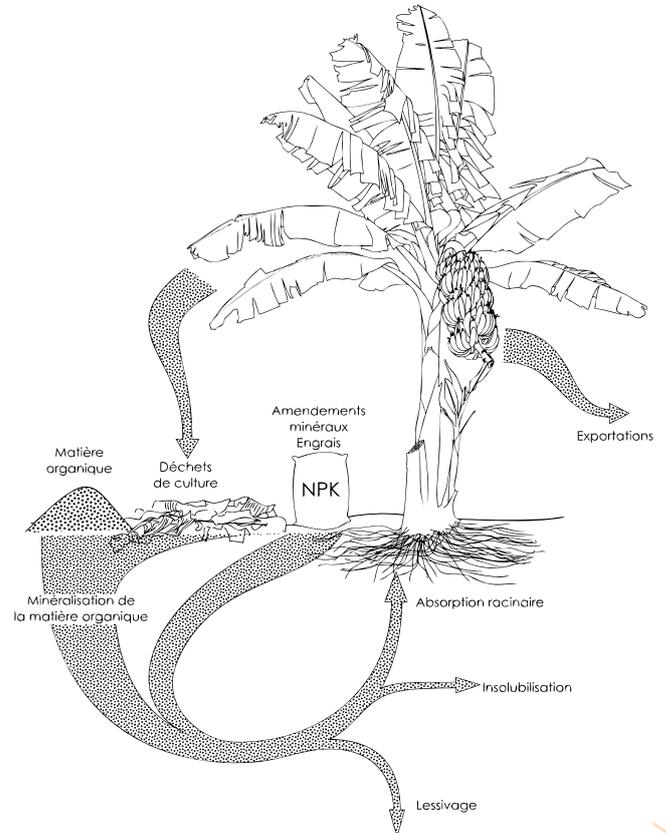
4. LES FLUX D'ÉLÉMENTS NUTRITIFS DANS LE SOL

4.1- Les exportations de la culture

Une culture prélève des quantités importantes d'éléments minéraux dans le sol, mais une partie est restituée au sol par la décomposition et la minéralisation des déchets de culture (feuilles, pseudo-troncs, racines, souches...).

Seule la part correspondant à la partie de la plante qui est retirée de la parcelle est exportée et ne retournera donc pas au sol (régime).

La partie restituée au sol ne sera pas disponible immédiatement : la matière organique doit subir le processus de minéralisation afin de libérer les éléments nutritifs.

Flux d'éléments nutritifs - Source : IT²

4.2- Le lessivage

Le lessivage se produit lors des pluies importantes. La solution du sol, en équilibre avec le complexe adsorbant, est entraînée vers le bas et remplacée par l'eau de pluie qui ne contient que très peu d'éléments.

Le complexe adsorbant va libérer des cations afin de parvenir à un nouvel équilibre avec la solution du sol. Si la pluie continue, cette nouvelle solution va être elle aussi entraînée vers les couches profondes, et le cycle continue. Petit à petit, le sol perd ses éléments minéraux.

Tous les éléments ne sont pas lessivés avec la même facilité. Parfois, l'importance du lessivage est liée à la forme sous laquelle se trouve l'élément : l'azote sous forme nitrique (NO₃⁻) est très lessivé alors que sous la forme ammoniacale (NH₄⁺), il l'est très peu.

Les éléments les plus sensibles au lessivage sont par ordre décroissant :

- L'azote,
- Le soufre,
- Le magnésium,
- Le calcium.

■ Le lessivage des nitrates (NO_3^-) est limité sur les andosols. Le potassium est lessivé dans des proportions très variables selon le type de sol :

- **Les sols peu évolués sur ponces, les andosols, les ferriols et les sols ferrallitiques**, ont une faible capacité pour le potassium, le lessivage est donc important. Il est plus important sur les zones les plus arrosées (andosols),
- **Les sols bruns andiques, brun-rouille à halloysite, les sols à alluvions montmorillonitiques et les vertisols** ont une forte capacité de rétention pour le potassium.

■ Le phosphore est très peu sensible au lessivage.

4.3- L'insolubilisation (rétrogradation)

■ Pour qu'un élément soit absorbé par la plante, il doit se trouver sous une forme assimilable. Or, il existe dans le sol des formes non assimilables. Dans certaines conditions (pH, type d'argile), un élément passe d'une forme assimilable à une forme qui ne l'est pas. L'élément existe toujours dans le sol, mais il sera libéré très lentement. C'est principalement le cas du phosphore. La matière organique limite l'incidence de ce phénomène.

4.4- Les interactions entre les éléments

■ L'absorption des éléments par le bananier est liée à la concentration de la solution du sol. Le bananier doit trouver l'élément dont il a besoin, en quantité suffisante dans la solution du sol.

■ Il existe des relations qui lient les différents éléments dans leur absorption par le bananier. Si l'absorption d'un élément stimule l'absorption d'un autre, on dit qu'il y a synergie (azote et phosphore ou azote et potassium). Il y a antagonisme quand l'absorption d'un élément diminue celle d'un autre élément (calcium et magnésium ou magnésium et potassium).

■ Le rapport des teneurs du sol pour les éléments présentant un antagonisme va avoir une grande importance. Un déséquilibre de ce rapport va favoriser l'absorption d'un des deux éléments et par voie de conséquence, l'autre élément sera moins absorbé. Ainsi, malgré une bonne teneur du sol en un élément, il arrive que la plante ne puisse pas en absorber suffisamment : il y a carence induite.

■ Par leur richesse en calcium et magnésium qui va gêner l'absorption du potassium, il y a un risque de carence potassiumique induite sur vertisols.

COMPATIBILITÉ ENTRE ÉLÉMENTS

	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Cl	Na	Bo	Mn	Cu	Zn	Mo
N		S	S											
P	S			B			P				B		B	
K	S			A	A		SB		A					
Ca		B	A				A		A	B	B	B	B	
Mg		B	A	A					A					
S								A						
Fe		P	SB	A							A	A	A	
Cl						A								
Na			A	A	A									
Bo				B										
Mn				B									A	
Cu				B										A
Zn				B							A			
Mo												A		

S : Synergie | A : Antagonisme | B : Blocage | P : Précipitation