

Le sol, milieu vivant et complexe

Sur la terre, le sol remplit des fonctions indispensables à la vie végétale, animale et humaine. À l'échelle de la parcelle cultivée, le sol permet la transformation, le transfert et l'accumulation des matières minérales et organiques, des gaz et de l'eau. C'est un milieu vivant, complexe et fragile.



Coulée volcanique très récente et reconquise par les végétaux.
© V. van de Kerchove

Spécificités du sol	22
<i>Une mince pellicule vivante</i>	22
<i>Une lente évolution</i>	22
Sols de La Réunion	24
<i>Six types de sol</i>	24
<i>Présence naturelle d'éléments traces métalliques (ETM)</i>	26
<i>Fertilité des sols de La Réunion</i>	27
Fonctions du sol	28
<i>Régulation des flux de gaz et d'eau</i>	28
<i>Réservoir de biodiversité</i>	29
<i>Transformation, transfert, stockage</i>	29
Evolution des sols cultivés à La Réunion	32
Ce qu'il faut retenir du chapitre 2	34

Spécificités du sol

Une mince pellicule vivante

Le sol, ou « couverture pédologique », est la couche la plus externe de la croûte terrestre. L'épaisseur de cette mince pellicule est en moyenne de 1 à 2 m. Le sol est une zone extrêmement dynamique, lieu d'un remaniement permanent de ses constituants.

La partie superficielle du sol est la couche la plus fertile, c'est-à-dire les 5 à 30 premiers centimètres de profondeur. Elle correspond à la litière et à l'horizon organo-minéral de surface. La litière s'y transforme, la faune et la microflore y sont les plus actives et les végétaux s'y enracinent préférentiellement. Cette couche est le site principal d'absorption de l'eau et des éléments minéraux par les racines ; c'est aussi le lieu des réactions biochimiques de transformation des matières organiques par les microorganismes du sol.

Le sol comprend une fraction biologique et une fraction minérale intimement liées. La couche superficielle du sol abrite un grand nombre d'êtres vivants et de nombreux composés organiques (molécules contenant du carbone d'origine biologique) : c'est la fraction biologique du sol. La fraction minérale du sol est formée de molécules d'origine géologique, contenant surtout du silicium, et de molécules issues de la décomposition des matières organiques.



Un profil de sol complexe présentant plusieurs horizons distincts. C'est un andosol perhydraté à mascareignite sur cendres épaisses dans les hauts de La Réunion (1 500 m d'altitude, route du Maïdo). Du haut vers le bas, on distingue plusieurs horizons de couleurs différentes :

- matière organique mal évoluée noire (noir) ;
- dépôt de silice de phytolithes (rose) ;
- dépôt de matière organique (gris-rose) ;
- couche de cendre (ocre) ;
- différentes couches de cendres ayant subi des migrations de fer (gris à rouge-orange).

© E. Doelsch

Une lente évolution

La fraction biologique du sol est une ressource renouvelable. Elle inclut la matière organique, la faune, la flore, la rhizosphère. La dégradation de cette fraction et l'absence de renouvellement entraînent la modification ou la perte partielle (ou totale) des potentialités agronomiques du sol.

La partie minérale du sol, issue de la roche-mère géologique, est une ressource considérée comme non renouvelable : il faut plusieurs milliers d'années, voire plus de 10 000 ans, pour former les minéraux d'un sol à partir des minéraux contenus dans les roches-mères. La structure et



les qualités agronomiques du sol sont le fruit de cette longue construction, dans laquelle l'histoire agricole a sa place : chaque sol est donc un patrimoine qu'il faut conserver et améliorer durablement.

S'il n'y a pas d'exportation de plantes hors de la parcelle (plantes entières ou parties de plante : feuilles, branches, fruits, racines), la dégradation sur place de cette matière végétale permet un retour au sol des éléments minéraux qu'elle contient. C'est pourquoi laisser les feuilles de canne à sucre après la coupe permet la restitution d'une partie des minéraux mobilisés par la culture.

Selon les événements naturels ou les pratiques culturales, quelques heures ou quelques années suffisent à détruire un sol. A La Réunion, la perte moyenne par érosion d'un sol nu en pente est de l'ordre de 5 mm de sol par an. Ces pertes peuvent atteindre plusieurs centimètres de sol dans le cas de pratiques défavorables combinées à des événements pluvieux intenses (orages et cyclones).



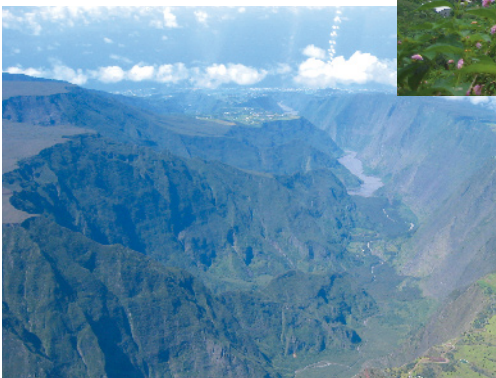
Prairies à Notre Dame de la Paix. © V. van de Kerchove



Canne à sucre dans l'ouest. © V. van de Kerchove



Dos d'Ane. © V. van de Kerchove



Le relief très marqué de l'île (Rivière des Remparts).
© V. van de Kerchove

Sols de La Réunion

Six types de sol

La répartition des différents types de sols de La Réunion est une conséquence de l'âge des coulées volcaniques et des différents types de climat de l'île (**figure 1**). Les sols cultivés se répartissent en six grands ensembles : andosols, andosols perhydratés, sols bruns andiques, sols bruns, sols ferrallitiques, sols vertiques.

Les prairies sont essentiellement cultivées sur des andosols perhydratés. Les productions maraîchères et les vergers sont surtout cultivés sur des andosols. Pour la canne à sucre, la répartition des six sols est connue précisément (**tableau 1**).

Tableau 1.

Répartition des six ensembles de sol cultivé pour la canne à sucre à La Réunion (d'après Pouzet *et al.*, 2003).

Type de sol	Proportion de la surface cultivée en canne (%)	Zone géographique
Andosol	34,8	Zone est, zone sud et hauts de l'Ouest
Andosol perhydraté	22,8	Zones humides de l'Est, des hauts et des plaines
Sol brun andique	16,5	Sur les cendres des zones de moyenne altitude de l'Ouest. Sur des coulées faiblement altérées
Sol brun	12,9	Zones basses de l'Ouest
Sol ferrallitique	12,6	Les plus vieux sols de l'île : les « terres franches » des planèzes du Nord-Est
Sol vertique	0,4	Zones sèches littorales de l'Ouest, situation en cuvette et replat

Andosols et andosols perhydratés

Les andosols et andosols perhydratés sont des sols assez jeunes formés sur des cendres volcaniques récentes. Ils n'évoluent pas vite à cause du

climat frais et humide. Ils représentent plus de 57 % de la surface cultivée en canne à La Réunion.

Les éléments fins de ces sols sont très particuliers : pas d'argiles cristallisées mais d'abondants silicates



d'alumine peu et mal cristallisés, communément appelés « imogolites » et « allophanes ». Les capacités d'échange cationique et anionique de ces éléments fins sont très élevées. Les allophanes sont liés à la matière organique du sol. Cette liaison intime la protège des activités microbiennes de réorganisation ou de minéralisation, ce qui explique que les teneurs en matière organique de ces sols sont toujours fortes.

Les andosols perhydratés sont des andosols qui contiennent naturellement beaucoup d'eau (plus de la moitié de leur poids frais, du fait d'une microporosité très développée et de l'existence de gels de silicate d'alumine hydratés).

Sols bruns andiques (ou cambisols andiques)

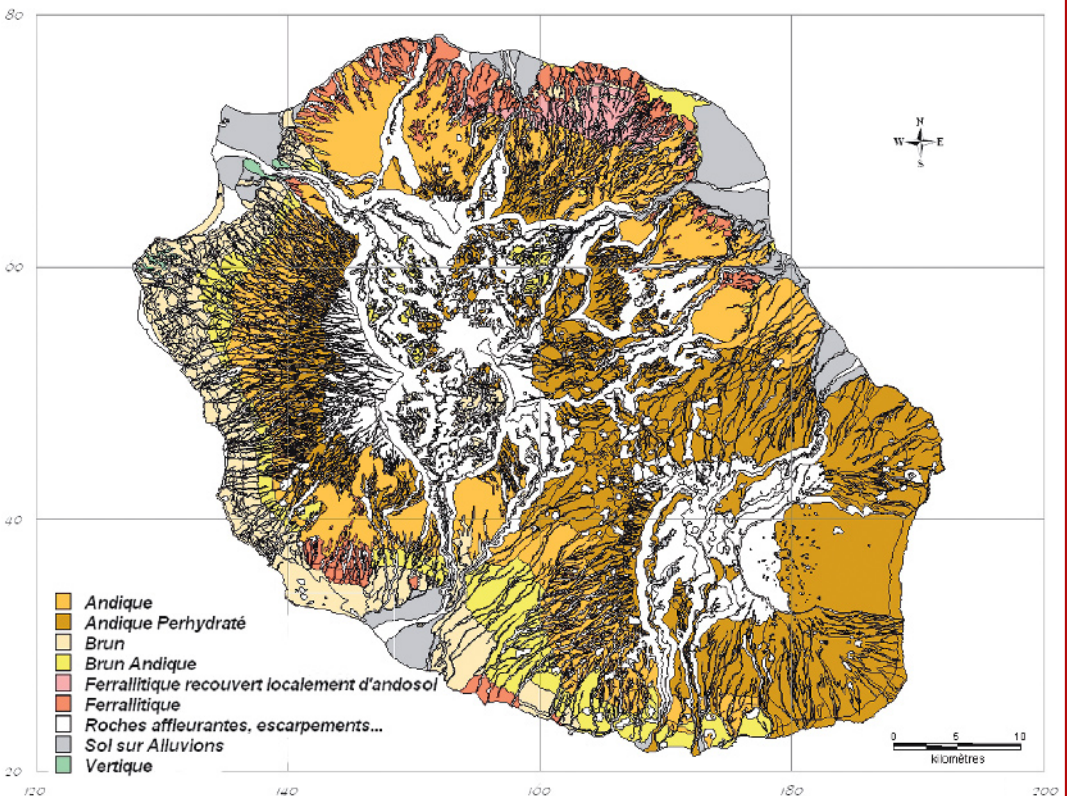
Les sols bruns andiques sont intermédiaires entre les sols andiques et les sols bruns. Ce sont d'anciens andosols situés en zone plus sèche et évoluant lentement vers des sols bruns.

Sols bruns, sols bruns fersiallisés, sols ferrallitiques (ou cambisols, phaeozem, fersialsols)

Les sols bruns, bruns fersiallisés et ferrallitiques sont des sols plus âgés et plus évolués que les andosols, développés sur des coulées anciennes et situés dans des zones moins humides que les

Figure 1.

Carte des principales unités de sols de l'île de La Réunion (d'après les travaux du CIRAD : Pouzet *et al.*, 2003).



zones à andosols. Leurs argiles appartiennent surtout à la famille des kaolinites et contiennent des oxydes métalliques. Le fer libre colore ces sols en brun ou rouge selon leur âge et leur localisation dans le paysage.

Les sols ferrallitiques sont les plus anciens de l'île. Ils ont subi des séries de décapage et de recouvrement. On les trouve essentiellement sur les plateaux du Nord-Est.

Les sols bruns fersiallisés sont intermédiaires entre les sols bruns et les sols ferrallitiques. Ils se situent surtout dans les zones basses de l'Ouest.

Sols vertiques

Les sols vertiques de la zone sèche de l'Ouest sont caractérisés par la présence d'argile gonflante de type smectite (famille des montmorillonites), avec une forte capacité d'échange cationique, saturée en calcium et en magnésium. Le profil de ces sols est particulier : leur structure en colonne est due à la rétraction des argiles au séchage. Beaucoup de racines ne supportent pas ces phénomènes de gonflement et rétraction du sol et peu de plantes s'adaptent à ces milieux.

Présence naturelle d'éléments traces métalliques (ETM)

Les éléments traces métalliques (ETM), ou métaux lourds, sont présents dans la croûte terrestre à des concentrations inférieures à 0,1 %. Dans la table de classification périodique des éléments chimiques, ils représentent un groupe de 58 éléments. Les sept ETM retenus dans les normes françaises et par la Direction générale de l'environnement de la Commission européenne sont le cadmium (Cd), le chrome (Cr), le cuivre (Cu), le mercure (Hg), le nickel (Ni), le plomb (Pb), le zinc (Zn).

À La Réunion, la concentration élevée en certains éléments traces métalliques n'est pas favorable au



Construction d'une fosse de 10 m de profondeur pour étudier la dynamique de l'eau dans un sol andique des hauts (station des Colimaçons). © H. Saint Macary



Profil de l'andosol de Colimaçons. © P.-F. Chabalier



recyclage agricole de certains types de matière organique : 80 % des sols réunionnais ont des teneurs en Ni et en Cr supérieures aux valeurs seuils fixées par l'arrêté du 8 janvier 1998 relatif à l'épandage des boues d'épuration en agriculture (➔ chapitre 7 - *Réglementation sur l'identification des matières organiques*).

En conséquence, l'épandage de boue d'épuration brute urbaine est limité dans les conditions actuelles du règlement à La Réunion. Pour les autres déchets organiques, il n'existe pour l'instant pas de prescription réglementaire limitant leur utilisation en agriculture, quelles que soient les concentrations en ETM des sols.



Épandage de lisier de porc sur des jeunes caféiers dans les hauts de Trois-Bassins. © V. van de Kerchove

En savoir plus

Caractéristiques agronomiques communes

La texture de la plupart des sols de La Réunion est fine : elle est argilo-limoneuse à argileuse.

Les sols de La Réunion sont peu épais (< 1 m), parce qu'ils sont jeunes et parce qu'ils subissent l'érosion et le décapage.

Les sols sur pente ont beaucoup d'éléments grossiers d'origine diverse (pierres, « galets »), sauf s'il s'agit de sols sur cendres récentes localisées souvent dans les hauts de l'île.

La plupart des sols sont acides. Les sols andiques et ferrallitiques sont très acides, plus que les sols bruns ; les sols vertiques sont neutres. Un zonage très net de l'acidité existe sur l'île : les sols du Nord-Est sont très acides et les sols de l'Ouest ont une faible acidité.

Les sols de La Réunion sont très perméables et ils ont une forte porosité (50 à 60 %), à cause d'une densité apparente faible (1 pour les andosols ; 1 à 1,3 en surface pour les autres sols). La réserve en eau utile (RU) est élevée, 80 à 130 mm sur 60 cm d'épaisseur, offrant ainsi une bonne capacité de stockage de l'eau.

Au séchage, les éléments fins des andosols se réorganisent en pseudo-sables, ce qui leur donne des propriétés physiques particulières proches de celles des sols sableux. Les agriculteurs utilisent ces propriétés en privilégiant les cultures à racines (vétiver, pomme de terre, carotte...).

Fertilité des sols de La Réunion

Les sols bruns, les sols ferrallitiques et les sols vertiques ont une bonne fertilité chimique générale. Les sols bruns andiques ont des indices

de fertilité les plus bas pour le phosphore et les plus hauts pour le potassium (figure 2).

Pratique

Attention aux sols maraîchers

Les sols occupés par la canne à sucre ont été classés par le CIRAD selon des critères de fertilité. Ce classement des sols ne peut s'appliquer aux sols des parcelles maraîchères. Ceux-ci sont profondément transformés par les apports massifs de déchets organiques et de fertilisants minéraux. Leurs caractéristiques chimiques ne rentrent pas dans les intervalles habituels de teneurs en éléments nutritifs des sols canniers. L'interprétation des analyses de sol des parcelles maraîchères doit donc être considérée à part.

Figure 2.

Classement des sols occupés par la canne à sucre en fonction de leur fertilité chimique et de leur acidité.

Fertilité	Faible → Moyenne → Forte				
Azote	Andique Andique perhydraté		Brun andique Ferrallitique		Brun Vertique
Phosphore	Brun andique	Andique Andique perhydraté		Vertique	Brun Ferrallitique
Potassium	Andique perhydraté	Vertique	Andique	Ferrallitique Brun	Brun andique
Acidité	Très acide → moyennement acide → légèrement acide à neutre				
Sol	Andique	Ferrallitique	Andique perhydraté	Brun andique	Brun Vertique

Fonctions du sol

Régulation des flux de gaz et d'eau

Le sol participe à la régulation des cycles naturels de l'eau, de l'air, des substances minérales et organiques. C'est un maillon indispensable dans le flux continu de l'énergie et de la matière dans l'écosystème.

Le sol est à la fois une source d'émission de gaz à effet de serre (CO_2 , CH_4 , N_2O) et un lieu majeur de stockage du carbone (→ chapitre 6 - *Risques sanitaires et pollution de l'environnement*). Ces caractéristiques varient en fonction de l'environnement : forêts, zones humides, zones cultivées... Provenant du CO_2 atmosphérique, le carbone est fixé essentiellement dans les plantes, qui le restituent par la suite au sol sous forme de matière organique (molécules organiques complexes et plus ou moins stables dans le temps).

La matière organique du sol intervient dans la régulation de l'eau et des cations, comme les argiles (rôle de réservoir).

Les caractéristiques hydriques du sol (perméabilité, rétention de l'eau) sont déterminantes dans la régulation des flux d'eau. Lors de fortes pluies sur des sols nus et dégradés (dont la perméabilité est mauvaise), le ruissellement est élevé, et des inondations, des coulées de boue ou des glissements de terrain peuvent se produire.



En savoir plus

Circulation de l'eau dans les sols de La Réunion

A La Réunion, les eaux de pluie atteignent les nappes souterraines par des circuits complexes et mal connus, en traversant les empilements de couches de roche volcanique. Plus de la moitié de l'eau des pluies serait évacuée par drainage interne. Quand l'intensité des pluies dépasse la vitesse d'infiltration de la plupart des sols réunionnais (70 à 90 mm/h), l'eau circule à la surface et provoque ruissellement et érosion. L'intensité de ces processus dépend de la nature du sol, de la couverture en place, de la pente...



Réservoir de biodiversité

Le sol est un milieu structuré. Il offre une diversité d'abris de toutes tailles pour une multitude d'organismes vivants : microorganismes, animaux, végétaux. C'est un immense réservoir de la biodiversité microbienne et faunistique. Certains microorganismes sont indispensables à l'assimilation (cycle de l'azote par exemple) et au fonctionnement de l'écosystème naturel (formation du sol à partir de la roche-mère, chaînes trophiques, nutrition des plantes...). D'autres sont pathogènes pour les cultures, ou peuvent le devenir à la suite de modifications de l'usage des sols (cas de champignons pathogènes appelés « pourridiés » des cultures et des vergers).



Blatte (Insecte, *Blatta longicercata*). Au sol, sur les végétaux, dans les gazons. Détritivore, participe activement au recyclage des débris végétaux. © J. Rochat

Transformation, transfert, stockage

De multiples transformations se déroulent dans le sol, sous l'effet combiné de l'activité biologique et des conditions du milieu. Le sol stocke la matière organique, qui se lie avec la matière minérale fine (argiles) pour former le complexe argilo-humique (**figure 3**). Ce complexe argilo-humique retient, par des liaisons chimiques réversibles, certains éléments minéraux nutritifs. Ces éléments sont ainsi disponibles rapidement pour les plantes.

L'exploitant agricole apporte aux cultures certaines substances telles que des pesticides, herbicides, engrais minéraux, matières organiques et effluents d'élevage (qui peuvent contenir des antibiotiques donnés aux animaux). Dans le sol, ces substances subissent des transformations chimiques et biochimiques qui aboutissent à leur dégradation totale ou partielle selon la dose et la fréquence des apports. Les sous-produits qui en résultent peuvent être absorbés par les cultures. Certaines molécules de pesticides peuvent aussi être incluses dans des molécules de matière organique. C'est ce que l'on appelle le pouvoir épurateur du sol.

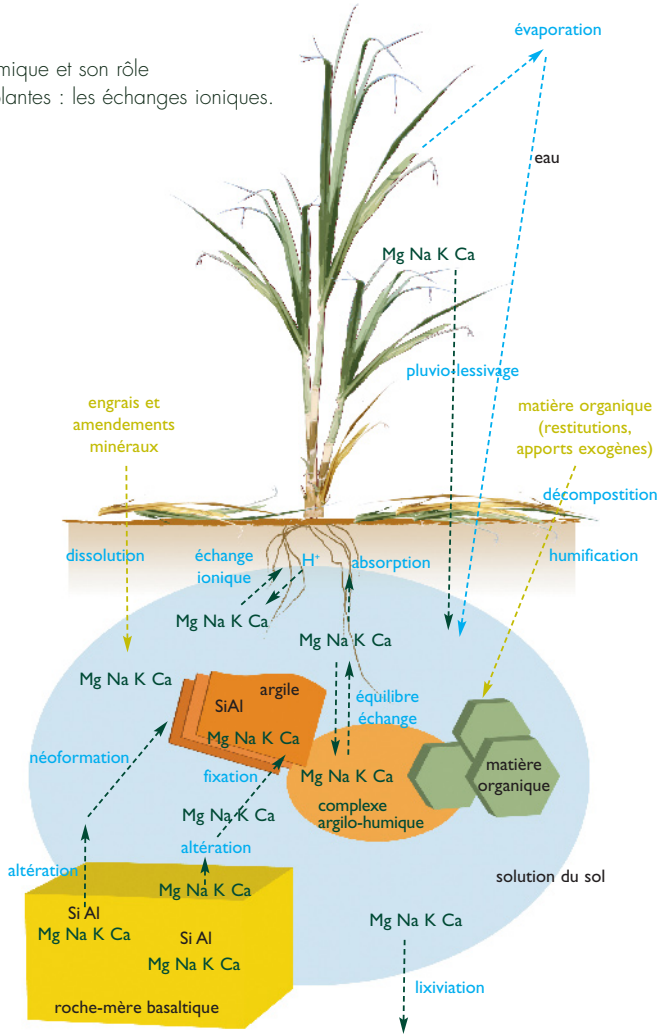


Polydesme à 2 pattes par segment (Myriapode) vivant dans la litière, détritivore. © J. Rochat

2 - Le sol, milieu vivant et complexe

Figure 3.

Le complexe argilo-humique et son rôle dans la nutrition des plantes : les échanges ioniques.



Formation de l'humus : **décomposition** et **humification** des matières organiques (résidus de cultures, apports exogènes, racines...).

Formation de l'argile : **altération** de la roche-mère basaltique qui libère Al et Si, ainsi que les cations Ca, Mg, Na, K, puis **néoformation** de silicates d'alumine (SiAl) plus ou moins cristallisés. Une partie des cations est incluse dans le réseau des cristaux d'argile, l'autre partie est fixé sur le complexe argilo-humique.

Formation du complexe argilo-humique : « collage » argile + humus par des ponts chimiques composés d'ions Ca⁺⁺ en particulier. Le complexe argilo-humique a une certaine charge en cations, c'est la capacité d'échange cationique (CEC).

Les cations échangeables Ca⁺⁺, Mg⁺⁺, K⁺, Na⁺, proviennent de l'**altération** du basalte, de la **dissolution** des engrais et de la **décomposition** des végétaux, ainsi que du **pluvio-lessivage** des feuilles. Ils sont directement en solution dans l'eau du sol.

Les cations échangeables Ca⁺⁺, Mg⁺⁺, K⁺, Na⁺ **fixés** sur le complexe argilo-humique sont en **équilibre** avec la solution aqueuse du sol.

Absorption des cations par la plante : la solution du sol contenant des cations dissous est absorbée par la plante ; également, les racines de plante absorbent directement les cations par un processus d'**échange ionique** entre des ions H⁺ libérés par la racine et les cations du sol.

L'excès d'eau du sol est drainé d'où **lixiviation** des cations vers les couches profondes du sol et vers les nappes phréatiques.



Pouvoir épurateur du sol

Les sols profonds, bien aérés, contenant une forte biomasse, ayant de bonnes capacités de stockage d'eau et d'éléments minéraux (pH neutre, capacité d'échange cationique et taux de saturation en bases élevés) possèdent un pouvoir épurateur élevé. A l'inverse, un sol peu profond, pauvre en biomasse, mal structuré et sujet à l'engorgement a un pouvoir épurateur faible.

Le sol contribue à la modification de la qualité de l'eau. Il joue un rôle de filtre d'autant plus efficace que son pouvoir épurateur est élevé. A l'inverse, les produits apportés sur un sol au pouvoir épurateur faible (comme les sols alluviaux sableux) peuvent polluer les nappes souterraines.

Argiles et fixation de la matière organique

Il existe une relation étroite entre la teneur en argile et la teneur en matière organique d'un sol. Les argiles adsorbent (c'est-à-dire fixent plus ou moins fortement) les molécules organiques et les protègent de la décomposition. Ce sont les argiles de type montmorillonite qui fixent le plus fortement les molécules organiques. Viennent ensuite les illites, puis les kaolinites.

Capacité de stockage d'un sol en éléments nutritifs

La capacité de stockage d'un sol en éléments nutritifs dépend des caractéristiques du complexe argilo-humique, c'est-à-dire des teneurs et des types d'argile et de matière organique. Cette capacité de stockage en éléments nutritifs est une composante importante de la fertilité du sol.

La mesure de la capacité d'échange cationique (CEC) permet d'évaluer cette aptitude du complexe argilo-humique à constituer un réservoir en éléments nutritifs. Ces éléments sont sous la forme de bases échangeables (appelées aussi cations). La valeur de la saturation en bases de la CEC donne le niveau de remplissage de ce réservoir (cette valeur est appelée taux de saturation du complexe argilo-humique).

Dans une analyse standard de sol, sont mesurés les bases échangeables (Ca, Mg, K, Na) et le taux de saturation en bases de la CEC. Ces informations sont utilisées pour diagnostiquer l'état de fertilité du sol et pour définir les moyens de remédier à une éventuelle déficience. L'analyse de sol est un outil de conseil très efficace, nécessaire pour mettre au point la fertilisation : c'est pourquoi il est utile d'effectuer régulièrement des analyses de sol (tous les 4 à 7 ans).



Sol salé à Savanna avec nappe d'eau saumâtre peu profonde ayant un mauvais pouvoir épurateur. © P.-F. Chabalier



Examen du profil cultural sous maïs et comptage des racines.
© H. Saint Macary

Évolution des sols cultivés à La Réunion

Certaines caractéristiques du sol peuvent être modifiées par des facteurs naturels ou par l'action de l'homme. La dégradation des sols cultivés est due à des pratiques inadaptées, notamment un travail du sol trop intensif, combiné à l'absence de restitution organique. Cela se traduit par la baisse de la teneur en matière organique et par l'acidification. La stabilité structurale diminue, entraînant une sensibilité plus grande à l'érosion hydrique et éolienne. Pour les sols cultivés de La Réunion, le **tableau 2** décrit les principales causes de dégradation, leurs effets et les interactions avec les apports de matière organique ; cette liste n'est pas exhaustive et d'autres cas sont possibles.

L'amélioration des sols est obtenue par des pratiques adaptées qui réactivent les cycles biologiques : par exemple, remplacement des rotovateurs par des rotobêches dans les andosols, apports d'amendements organiques et calciques, choix des rotations en maraîchage (introduction de la culture de la canne)...



Compost de fumier de géranium.
© P.-F. Chaballier



Pratique

Qualité agronomique du sol et taux de matière organique

Pour chaque type de sol, il existe une valeur seuil de taux de matière organique : en dessous de cette valeur, les risques de dégradation deviennent élevés. L'entretien du taux en matière organique du sol est donc une priorité : la restitution de résidus de culture et l'apport de matières organiques exogènes (fumier, compost...) sont indispensables.



En savoir plus

Valeur seuil du taux de matière organique

Les seuils du taux de matière organique au-dessous desquels il y a risque de dégradation des sols ne sont pas connus avec exactitude. Pour la majorité des sols cultivés, ils se situent « à dire d'expert » entre 1,5 et 2 % de carbone, c'est-à-dire entre 2,5 et 3,5 % de matière organique. A La Réunion, ces chiffres sont en accord avec l'interprétation que l'on donne pour les sols des bas (sols ferrallitiques, sols bruns). Mais plus le sol est andique, plus la valeur du seuil observé augmente. D'après la base de données des analyses de sol du laboratoire d'agronomie du CIRAD, on estime que 20 % des sols réunionnais (tous sols confondus) seraient plus ou moins déficitaires en matière organique.



Apport de fumier de poule. © A. Nougadère



Tableau 2.

Les formes de dégradation des sols cultivés de l'île de La Réunion (certaines données d'après Walter, 2002).

Dégradation des sols	Cibles menacées	Effets généraux	Conséquences pour l'exploitation agricole	Origine	Solutions techniques applicables à la parcelle
Baisse de la teneur en matière organique	Eau Sol Plante	<ul style="list-style-type: none"> • Effet sur le cycle de N et émission de CO₂ • Baisse de l'activité biologique, de la fertilité (capacité d'échange cationique) et de la stabilité structurale 	<ul style="list-style-type: none"> • Baisse de rendement 	<ul style="list-style-type: none"> • Travail du sol répété (maraîchage) • Baisse des restitutions organiques 	<ul style="list-style-type: none"> • Amendements organiques • Plantes de couverture • Modification des rotations de cultures
Erosion	Sol Plante Eau Océan	<ul style="list-style-type: none"> • Perte de sol, de minéraux et de matière organique • Pollution des eaux du lagon 	<ul style="list-style-type: none"> • Perte du patrimoine sol • Coûts d'aménagement • Baisse du rendement 	<ul style="list-style-type: none"> • Déstructuration du sol (travail du sol) • Culture sur pente 	<ul style="list-style-type: none"> • Amendements organiques • Plantes de couverture • Respect des calendriers d'apports • Aménagements
Baisse de l'activité biologique	Sol Plante Eau	<ul style="list-style-type: none"> • Baisse de fertilité • Sensibilité à l'érosion • Tassement et dégradation du sol 	<ul style="list-style-type: none"> • Augmentation des intrants • Déséquilibres entraînant des maladies 	<ul style="list-style-type: none"> • Travail du sol répété • Produits phytosanitaires • Rotations simplifiées 	<ul style="list-style-type: none"> • Amendements organiques • Plantes de couverture • Modification des rotations
Acidification	Sol Plante Eau	<ul style="list-style-type: none"> • Toxicité aluminique • Toxicité par éléments traces métalliques (ETM) 	<ul style="list-style-type: none"> • Baisse de rendement • Réduction du nombre de cultures possibles 	<ul style="list-style-type: none"> • Excès d'eau et d'engrais N et K 	<ul style="list-style-type: none"> • Chaulage
Contamination par les éléments traces métalliques (ETM)	Plante Santé humaine et animale	<ul style="list-style-type: none"> • Risque de phytotoxicité • Risque de toxicité par introduction des ETM dans la chaîne alimentaire 	<ul style="list-style-type: none"> • Sols non cultivables et production impropre à la consommation 	<ul style="list-style-type: none"> • Apports d'effluents riches en ETM (Cu, Zn, Pb) ou solubilisant les ETM du sol (Ni, Cr, Cu) 	<ul style="list-style-type: none"> • Contrôle des apports organiques • Chaulage
Excès de N	Plante Sol Air Eau Océan	<ul style="list-style-type: none"> • Pollution air, eau • Phytotoxicité • Eutrophisation du lagon • Risque alimentaire dû aux nitrates 	<ul style="list-style-type: none"> • Baisse de qualité des fruits et légumes • Mauvaise fructification • Allongement des cycles culturaux 	<ul style="list-style-type: none"> • Apports non raisonnés de matières organiques ou minérales 	<ul style="list-style-type: none"> • Baisse des apports N (formes minérales et organiques)
Excès de K	Plante Eau Sol Santé animale	<ul style="list-style-type: none"> • Baisse du sucre extractible de la canne • Risque alimentaire chez l'animal (prairie) 	<ul style="list-style-type: none"> • Coût des soins pour les animaux 	<ul style="list-style-type: none"> • Excès d'apports de vinasse et de fertilisation K 	<ul style="list-style-type: none"> • Fertilisation raisonnée
Excès de P	Eau Océan	<ul style="list-style-type: none"> • Pertes par ruissellement • Eutrophisation du lagon 	-	<ul style="list-style-type: none"> • Fertilisation non raisonnée • Apports d'effluents en excès (lisiers) 	<ul style="list-style-type: none"> • Réduction des apports d'effluents et d'engrais minéraux riches en P



Ce qu'il faut retenir du chapitre 2



✓ **Le sol est une ressource peu renouvelable à l'échelle humaine.**

Il permet la régulation des cycles naturels de l'eau, de l'air et des substances minérales et organiques.

✓ **Le sol abrite une multitude d'êtres vivants.**

Ce sont des microorganismes, algues, champignons, animaux et végétaux de tailles diverses. Cette vie souterraine est indispensable car elle assure la transformation des résidus végétaux et animaux en matière organique du sol et en éléments minéraux disponibles pour les cultures.

✓ **La matière organique du sol s'associe aux argiles et aux silicates d'alumine pour former le complexe argilo-humique.**

Le complexe argilo-humique donne au sol ses caractéristiques de structure, de porosité, de stockage d'éléments minéraux nutritifs et de stockage de l'eau. En résumé, la matière organique du sol détermine l'aptitude d'un sol à être cultivable. Pour toutes ces raisons, la restitution de résidus de culture et l'apport raisonné de matières organiques extérieures sont indispensables.

✓ **Les sols cultivés de La Réunion sont acides, peu épais et riches en éléments fins.**

On estime que 20 % des sols réunionnais manquent de matière organique. Ils contiennent naturellement des métaux lourds (Ni et Cr notamment) qui limitent certains épandages.

✓ **Les pratiques agricoles inadaptées provoquent la dégradation rapide du sol cultivé.**

Cette dégradation est amplifiée par les pluies violentes et les pentes : érosion, perte de fertilité, tassement, pollution de l'environnement. Exemples : faibles apports organiques, fertilisation N - P - K non raisonnée, travail du sol répété, absence de rotation, équipement inadéquat, excès de pesticides. Inversement, des pratiques adaptées permettent de maintenir et de restaurer la fertilité du sol.

✓ **Les analyses de sol doivent être régulières.**

Des analyses de sol effectuées tous les 4 à 7 ans permettent de suivre l'évolution de la fertilité et de réajuster les fertilisations organiques et minérales selon les besoins en éléments nutritifs de la culture en place.