SEPTEMBRE 2018

LE BULLETIN

MAGAZINE DE LA CHAMBRE DE L'AGRICULTURE ET DE LA PÊCHE LAGONAIRE



DEVELOPPER SA COMMERCIALISATION

LES SECRETS DES SOLS AGRICOLES

LES DERNIERS EVENEMENTS

LES ACTUALITES AGRICOLES

Manger LOCAL

CAPL

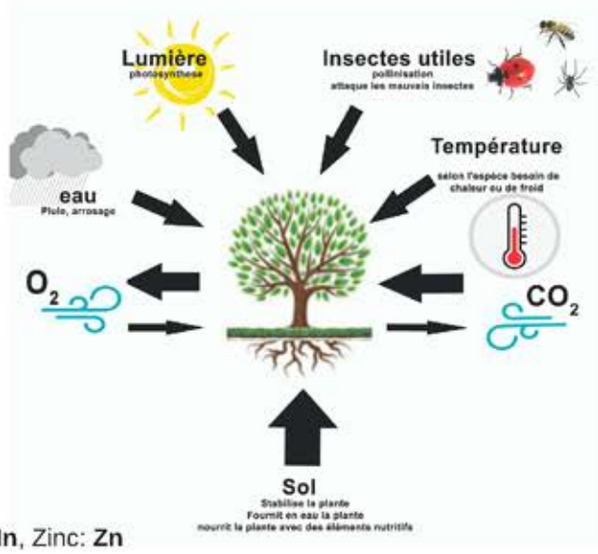
Les secrets des sols agricoles

Partie 1 : Les carastéristiques des sols polynésiens

1 Les besoins des plantes

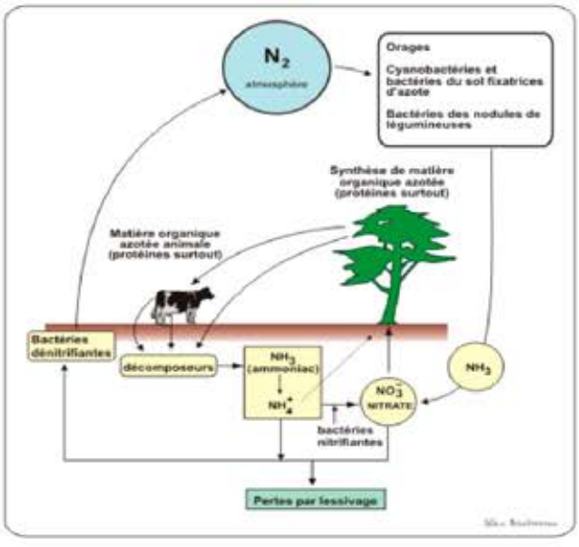
La photosynthèse

C' est en effet le processus qui permet aux plantes de synthétiser leur matière organique à partir d'éléments minéraux. L'apport d'énergie sous forme de lumière permet à la plante d'utiliser du dioxyde de carbone présent dans l'air afin de récupérer le carbone et l'intégrer à des molécules organiques, comme les sucres (fructose, amidon, cellulose) ou des protéines (gluten).



Eléments nutritifs principaux

Eléments majeurs:
Azote: **N** = développement de la partie aérienne ;
Phosphore: **P** = développe la racine, la floraison, la fructification ;
Potassium: **K** = développe la résistance de la plante, la qualité des fruits
Eléments secondaires : Calcium: **Ca**, Magnésium: **Mg**, Soufre: **S**
Principaux oligoéléments : Chlore: **Cl**, Cuivre: **Cu**, Fer: **Fe**, Molybdène : **Mn**, Zinc: **Zn**



La particularité de l'azote

L'atmosphère terrestre est composée à près de 80% d' « azote » (Sous la forme de la molécule de Diazote ou N2). L'azote est un élément important dans la constitution de nombreuses molécules organiques mais les plantes ne peuvent pas utiliser l'azote atmosphérique directement (à l'exception des légumineuses telles que les haricots). L'azote n'est assimilé par les racines que sous forme de nitrates (NO3-) ou, parfois, d'ions ammonium (NH4+). Ces ions proviennent de la décomposition dans le sol de la matière organique azotée sous l'action des bactéries du sol. A partir de 10°C, les bactéries du sol transforment : l'urée en azote ammoniacal (ex: NH4+) puis l'azote ammoniacal en azote nitrique (ex: NO3-).
Si les plantes se nourrissent essentiellement que d'azote nitrique, l'apport d'engrais directement sous cette forme d'azote est fortement déconseillée en agriculture dans les climats subtropicaux (sauf pour les cultures hors sol,...) car dès qu'il pleut, l'azote nitrique qui n'est pas utilisé par les plantes est rapidement lessivé. En plus d'être une perte financière pour l'agriculteur, l'azote nitrique (nitrates) peut polluer les nappes phréatiques et les lagons. Nous recommandons donc d'utiliser l'azote ammoniacal et uréique car en plus de limiter la pollution par les nitrates, les agriculteurs ont observé un meilleur rendement avec ce type d'engrais azoté car l'apport en azote pour la plante est continu (suivant la dégradation naturelle progressive de l'urée et de l'ammoniac).

définitions

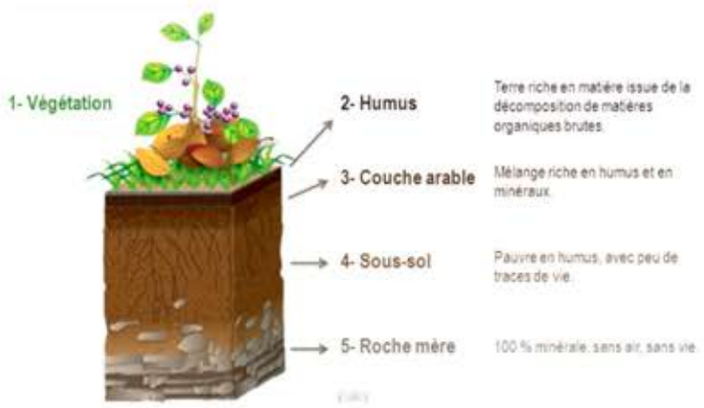
• **Atome** : Classé dans le tableau périodique des éléments, un atome est un minuscule morceau de matière. Il est constitué d'un noyau autour duquel gravite des électrons. Les électrons ont une charge électrique soit négative - , soit nulle (dit électron libre) soit positive + (dit proton).
• **Molécules** : Groupement d'atomes reliés dans un ordre précis.
• **Ions** : Atome ou molécules portant une charge électrique, ayant gagné ou perdu un ou plusieurs électrons.
• **Cations**: Ions dont la charge électrique est positive
• **Anions** : Ions dont la charge électrique est négative
• **Lessivage** : transport des éléments du sol (sédiments, engrais, pesticides, etc.) par les eaux de surfaces (pluie)

Remarques : Les atomes s'échangent des ions entre eux pour arriver à créer une molécule à la neutralité, (les + se relient au -). Plusieurs molécules côte à côte vont donner la matière, et selon qu'elles sont proches ou éloignées, ce sera un solide, un liquide ou un gaz .

2 Les éléments composant le sol

> les couches du sol

Un sol est composé de différentes couches. (voir schéma). Le sol est un milieu complexe en perpétuelle évolution, issu de la dégradation lente des roches mères. Cette érosion des roches mères donne au sol son assise physique au travers des cailloux, graviers, sables, limons et à son stade ultime, de l'argile. Cependant, limité à ces seuls composants minéraux, le sol n'aurait que peu d'utilité pour l'homme tant il serait stérile. Ce qui lui donne sa fertilité, sa capacité à développer la vie végétale, c'est l'association intime de ses composés minéraux et de l'humus, autre constituant originel du sol. Les sols légers, quoique moins fertiles sont souvent préférables à cause de leurs caractéristiques physiques désirables (drainage, aération, etc..). On peut améliorer leur potentiel de fertilité en augmentant la matière organique.



> le complexe Argilo Humique ou CAH

Le complexe argilo humique est une association naturelle d'argile et de matière organique (type Humus) dans le sol. Les atomes et molécules présents dans le sol sont fixés à ce complexe et disponibles pour les plantes.

Les argiles

Les argiles proviennent de la dégradation de la roche mère par altération chimique ou par éclatement de la roche sous l'action du climat et du mouvement du sol. Les fragments de roches sont de plus en plus fins et donne des minéraux en couches solides (les argiles), des minéraux solubles, (sous forme de sels et silice), des gels (avec Fer et Aluminium). C'est l'organisation des argiles en couche qui leur confère leurs propriétés de rétention en eau mais également de rétention et d'échange des ions.

Les matières organiques

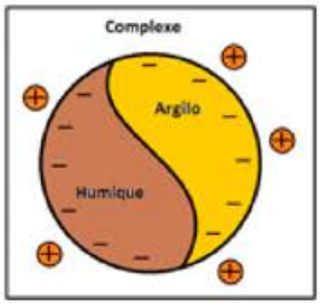
Les matières organiques retrouvées dans un sol sont composées de:
• **Matière organique vivante** * (biomasse végétale vivante, microflore et faune du sol)
• **Matière organique fraîche** (débris végétaux et animaux)
• **Matière humique** (ensemble chimique complexe, elle est principalement le produit de la transformation des fibres végétales et matières animales sous l'action des micro-organismes). Les produits obtenus s'appellent les humus.

* Composés de bactéries, d'archaebactéries et de champignons, ils assurent des fonctions essentielles comme la biodégradation de la matière organique, la production de nutriments pour les plantes, la fixation d'azote, la dégradation des polluants, etc. Par exemple, un seul gramme de sol peut héberger jusqu'à 10 000 espèces bactériennes différentes et près d'un milliard de bactéries.



Le fonctionnement du C.A.H

Le Complexe Argilo-Humique un ensemble minéral et organique composé de l'Argile et de l'Humus. Ces deux derniers sont liés entre eux grâce essentiellement aux ponts calciques (le cation Ca2+ relie les deux matières). La capacité du CAH à retenir les éléments fertilisants (+ et -) s'appelle le "**pouvoir absorbant**". Si les cations sont facilement retenus à la surface du CAH, les anions sont plus facilement lessivables. Les cations se fixe à la surface du C.A.H. et sont ainsi protégés des risques de pertes par lessivage. (Exemple d'atomes ou molécules qui se fixent au C.A.H : le potassium [K+], le magnésium [Mg2+], le calcium [Ca2+], le sodium [Na+], l'hydrogène [H+], l'azote*: (ammonium [NH4+]). Certains anions peuvent également se fixer au C.A.H par une fixation sur l'hydrogène tel que le phosphore (phosphate PO43-). Les plantes peuvent ensuite facilement récupérer ces ions pour se nourrir. Le C.A.H échange en permanence des ions avec les solutions du sol pour maintenir un équilibre**. L'attraction du C.A.H est valable pour de nombreux ions, elle permet de créer la capacité d'échange cationique.



* l'azote est peu absorbé par la plante sous forme d'ammonium NH4+

** Les précipitations et arrosages contribuent à appauvrir le sol, la plante peut être alimentée par des phénomènes naturels tant que le sol est riche. Enrichir le sol passe par un enrichissement en ions de la solution du sol puis un stockage des ions dans le C.A.H; ce dernier libère des ions dans les solutions du sol lorsque celui ci s'appauvrit en ions.

La Capacité d'Echange en Cation (C.E.C.)

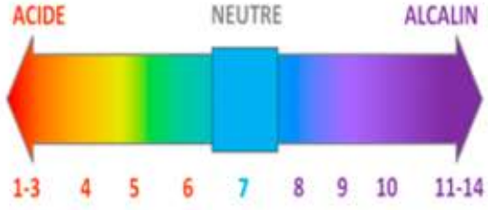
La capacité d'échange en cation ou CEC, est le potentiel du C.A.H à contenir des molécules qu'il pourra rendre disponible à la plante. Il s'exprime en milliéquivalents d'équivalents par 100 grammes de sol (méq/100 g).

Type de sol	Valeur du C.E.C
Sol léger	4-10
Sol moyen	10-25
Sol lourd	25-50
Sol organique	50-200

Viser **une C.E.C assez élevée permet au sol d'emmagasiner de plus grandes réserves d'éléments nutritifs et d'eau** (particulièrement intéressant pour les producteurs en agriculture biologique). À la limite, les interventions en fertilisation pourront être moins nombreuses et **la plante aura toujours suffisamment de nourriture sous la main.**

> Le pH : mesure de l'acidité du sol

Mesurer l'acidité du sol, c'est mesurer la quantité de cations hydrogène [H+] en mouvement ou fixés dans le sol. Plus il y en a, plus le sol est acide. Le pH se mesure sur une échelle de 1 à 14. Un pH de 7 est dit neutre ; au-dessus, il est basique (ou alcalin) ; en dessous il est acide. A noter que la tendance naturelle d'un sol est à l'acidification.



Le pH du sol influe sur la croissance des plantes. Un pH propice aux cultures (autour de 6 en général), améliore le C.E.C. du C.A.H. et donc le pouvoir nutritif du sol pour les plantes qu'on y cultive. Toutefois, certaines plantes ont des préférences (voir tableau ci-dessous). A noter que d'autres facteurs interviennent (variété, climat, etc.…).

Très Acide 4 < pH < 6	Acide à Neutre 6 < pH < 7	Neutre à Basique 7 < pH < 7,5
Café	Aubergine	Chou
Patate douce	Céréales	Concombre
Pomme de terre	Citrouille, Courge, pastèque	Courgette
melon	Haricots, Pois	Laitue
banane	Navet	Oignon
cocotier (mais tolère bien le sol basique)	Persil	Poireau
	Tomate	gingembre
	fruitiers (dont papayer , agrumes)	menthe

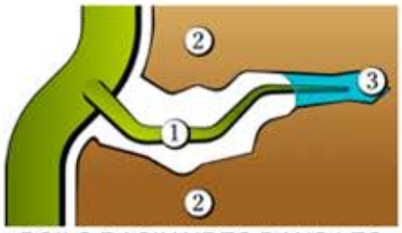
agritech sari
DEPUIS 1977

JUSQU'À 10% DE REMISE SUR TOUT LE MAGASIN

Les magasins qui font pousser vos idées! Depuis 1977!
Produits phytosanitaires, graines, bulbes, pots, outils motorisés, plantes, grande animalerie...

> L'eau

La quantité d'eau disponible dans le sol est déterminée par le diamètre des « pores » (trous d'air) du sol. Il est important d'éviter la compaction du sol, qui provoque la compression des pores et réduisant l'accès à l'eau des plantes. Le sol contient environ 20mm d'eau disponible pour les plantes pour une profondeur de 10cm de terre, mais la quantité utilisée par les plantes dépend de la profondeur et du développement des racines.



1. Poils racinaires
2. Sol
3. Eau

POILS RACINAIRES DANS LES PORES

La quantité d'eau qu'une culture peut assimiler dépend de plusieurs facteurs :
- La présence de l'eau (arrosage, pluie, climat sec...) ;
- La quantité d'eau disponible pour la plante (voir tableau ci-dessous) ;
- La profondeur des racines dans le sol ;
- L'entrelacement des racines dans le sol.

Type de sol	Eau disponible par la plante (mm) pour une couche de 10cm
Sable	approx. 10
Limon	approx. 20–25
Terreau	approx. 20
Argile	approx. 10–15

Source : Kerstin Berglund, SLU

Un sol idéal serait composé de : 45% de matières minérales; ± 5% de matière organique; 25% d'air; 25% d'eau avec un pH situé entre 6,0 et 7,0.

3 Les principales caractéristiques des sols polynésiens

1) Les sols des parties hautes des îles

Les sols se sont essentiellement formés sur des pentes. Ils sont donc fortement dégradés par une érosion (usure) d'autant plus vive que la pente est plus accentuée. Quand la pente s'adoucit, apparaissent soit des sols bruns ou, plus fréquemment, des sols ferrallitiques.

A) Sols bruns tropicaux

Ces sols se retrouvent dans toutes les îles, généralement sur les **pentes les plus fortes bordant les crêtes**. Les sols bruns à brun-rougeâtre sont en général de bons sols forestiers. Ce sont ces sols qui fournissent les **meilleures terres agricoles** mais étant principalement dans des pentes fortes et avec une faible épaisseur ils ont **peu d'intérêt pour l'agriculture**. De plus ce type de sol, quand il est fragilisé (manque de matière organique ou calcique), devient plus sensibles au lessivage et s'acidifie. Cet appauvrissement est accéléré quand il n'y a pas ou peu de rotations dans les cultures et que la fertilisation (apport d'engrais) est le seul moyen employé pour satisfaire les besoins des plantes, oubliant d'entretenir les sols.



Caractéristiques
- moyennement acide (pH ~ 5,5 à 5,8) ;
- jusqu'à 14 % de matière organique ;
- forte C.E.C (30 à 45 méq/100 g) ;
- présence forte de gravier et de rochers.



B) Les sols ferrallitiques



Sol principal des zones tropicales humides forestières, il est de **couleur rouge**, pauvre en silice, mais riche en fer et aluminium. Ce sont des **sols très riches, mais extrêmement fragiles**. Dès l'instant où l'on supprime le couvert forestier qui les protège de l'érosion, mais surtout du lessivage, ces sols durcissent et deviennent définitivement stériles. La majeure partie des sols des pentes moyennes à faibles, sont ferrallitiques. L'origine de la roche mère volcanique d'un sol ferrallitique peut être de deux types (basaltique ou trachytique).

Les sols ferrallitiques sur roches basaltiques

Appellé "mamu" et de couleur gris-brun à gris-verdâtre, on les rencontre sur les **îles hautes en particulier sur Tahiti.** Certains de ces sols peuvent ainsi être utilisés pour des cultures maraîchères ou vivrières, y compris sur des pentes assez fortes (à condition de prendre des mesures antiérosives simples (paillage, couverture végétale). Cependant, ces types de sol devraient, de préférence, recevoir des cultures ne nécessitant que peu de travaux ou des cultures pérennes (culture qui dure toute l'année). Sur les pentes excessives (≥ 40% de dénivelé), seuls les reboisements sont envisageables.

Caractéristiques

- pH entre 4,9 et 6,2 ;
- jusqu'à 77 % d'argile ;
- matière organique de manière variable (5 à 15 %) en fonction du type de végétation qu'il supporte et peu transformées en humus ;
- C.E.C de 15 à 20 méq/100 g ;
- roche qui apparaît entre 0,30 et 1,50 mètre, sous la surface ; - si ce n'est sa faible profondeur, les propriétés physiques de ces sols sont satisfaisantes ;
- Les sols sont bien pourvus en calcium et en magnésium échangeables, moins bien en potassium, silice et plutôt mal en phosphore assimilable. Ils sont dépourvus de minéraux primaires (non altérés)

Sols ferrallitiques sur roches trachytiques

On les rencontre à Moorea, Huahine et surtout au nord-ouest de Raiatea. Les roches sont plus claires que les basaltes.

Caractéristiques

- pH qui varie entre 4,9 et 6,2 ;
- jusqu'à 77 % d'argile ;
- contient moyennement de la matière organique (5 à 10 %) ;
- C.E.C de 15 à 20 méq/100 g ;
- roche apparaît entre 0,30 et 1,50 mètre, sous la surface ;
- teneurs en fer et en titane faibles ;
- dépourvu de calcium, silice, magnésium et potassium et de minéraux primaire ;
- très faible fertilité naturelle ;
- sensible à l'érosion, présence fréquente de graviers en surface et accès difficile.

Les roches basaltiques apparaissent suite à la solidification du magma issu des éruptions effusives d'un volcan

(Lors de son éruption, le volcan libère une grande quantité de lave qui s'écoule le long du volcan. Les explosions sont localisées et peu violentes.)



Les roches trachytiques apparaissent suite à la solidification du magma issu des éruptions dites explosives d'un volcan.

(Lors de son éruption, le volcan libère peu de coulées de lave mais peut générer d'énormes explosions libérant de grosses quantités de cendres volcaniques dans l'atmosphère.)



Les deux sont des roches micro-grenues (composées de petits et gros cristaux unis dans une pâte), ce qui indique une vitesse de refroidissement comparable. Chimiquement, ces deux roches se distinguent par leur teneur en tétraèdres SiO_4 : cette teneur est plus forte pour le magma trachytique.

2) Les sols de la plaine littorale

Ce sont des **sols jeunes** car, bien que souvent **provenant d'un sol ferrallitique**, ils sont encore trop récents pour avoir pu acquérir une différence de couche nettement visible. Ces sols se caractérisent par un **net enrichissement en silice et en matières organiques.** Riche en argile, ils sont fréquemment hydromorphes (rapidement saturé en eau car l'eau ne peux s'évacuer). Ces sols, apparaissent jusqu'à des pentes modérées à faibles (< 15 % de dénivelé). Ils représentent plus de 10% des sols retrouvés dans les îles. Une fois aménagés ces sols peuvent être adaptés aux cultures maraîchères ou vivrières

Caractéristiques

- sols hydromorphes;
- fertilité des sols est très supérieure à celle des sols des hauteurs des îles ;
- bonnes teneurs en matière organique 7% ;
- C.E.C de 30 à 50 méq/100 g ; - riche en silice et argile ;
- riche en minéraux hérités de la roche, calcium et de magnésium ;
- proximité de la nappe phréatique => complexe à drainer car il faut maintenir la nappe à environ 50 cm de la surface.



3) Les sols coralliens

Ces sols se développent dans des sables ou débris calcaires issus des récifs coralliens. Le sol corallien est **quasi exclusivement constitué de carbonate de calcium** (aragonite et calcite) pour l'essentiel (93 % en moyenne) et carbonate de magnésium (2 à 3 %). La silice et les éléments métalliques n'apparaissent qu'à l'état de traces. Le **pH étant trop alcalin**, il faut laisser se décomposer les déchets végétaux sans les brûler pour permettre d'acidifier le sol et le rendre plus accessible à la plantation. **Les sols coralliens sont de deux types principaux :**

Sols sur substrat calcaire sableux

Ce sont des sols coralliens qui possèdent des quantités de sables coralliens et coquillage fins.



Caractéristiques

- peu d'argile pH de 7,3 à 8.2;
- 4 à 8 % de matière organique ;
- C.E.C de 32 méq/100 g ;
- calcium surabondant mais peu disponible ;
- sol de profondeur très faible (moins de 100 cm) ;
- peu de magnésium, de potassium et de phosphore ;
- capacité de rétention de l'eau* de 20 à 30 % avec une réserve d'eau utile** de 10 %;
- les cocoteraies, ainsi que les cultures maraîchères (principalement pastèques, melons ou poivrons) sont établies prioritairement sur ces sols

Sols sur substrat calcaire avec graveleux

Caractéristiques

- pH de 7,3 à 8,2 ;
- peu d'argile (2 à 10 %);
- 6 à 8 % de matière organique ;
- CEC de 16 à 25 méq/100 g ;
- sol de profondeur très faible (moins de 100 cm) ;
- calcium surabondant et donc devient peu disponible ;
- peu de magnésium, de potassium et de phosphore ;
- capacité de rétention de l'eau de 10 % avec une réserve d'eau utile de 4 %.



Ce sont des sols coralliens que l'on retrouve le plus fréquemment, il possède des quantités de sables coralliens et coquillages grossiers.

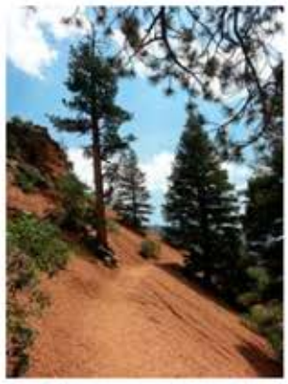
* Le volume maximal d'eau qu'un sol peut retenir est la "capacité de rétention de l'eau du sol" qui dépend essentiellement de la granulométrie du sol

** La réserve utile en eau d'un sol (RU) est la quantité d'eau que le sol peut absorber et restituer à la plante



4 Les limites agricoles

1) Le relief



C'EST LE PRINCIPAL OBSTACLE LIMITANT LA MISE EN VALEUR DES ÎLES HAUTES.

Plus de 3/4 des sols des iles hautes ont des pentes fortes (supérieures à 20 % de dénivelé) et sont très sensibles à l'érosion. Des mesures effectuées à Tahiti (Servant-1974) ont montré que, **des sols ferrallitiques ayant des dénivelés de 50 %** (pente extrême) et recevant 2500 mm de pluie dans l'année, qui sont cultivés sans mesures antiérosives particulières, **perdaient chaque année, 80 tonnes de terre par hectare,** soit l'équivalent d'environ 1 cm de sol. Cette perte tombe à 1 t/ha sous forêt, dans les mêmes conditions.

Cela démontre la nécessité de bonnes pratiques culturales, avec protection du sol, tant au moment des cultures qu'entre les différents cycles.

2) L'eau

Les sols des plaines et des basses vallées n'émergent, bien souvent, que de très peu au-dessus du niveau de la pleine mer. Ils sont pratiquement tous **soumis, à l'inondation à chacune des périodes de fortes précipitations.**

3) La profondeur du sol

Important car elle règle la faculté d'enracinement des cultures et donc leur possibilité d'alimentation hydrique et minérale.

4) La texture du sol



Pour de nombreuses plantes, la présence de gravier et roche n'est un frein qu'au-delà d'un pourcentage élevé, proche de 50 %. La constitution minéralogique de la partie fine de la terre (particules sont inférieures à 2 µm) varie largement en fonction du degré d'évolution du sol.

5) La fertilité chimique



Parmi les caractéristiques chimiques retenues pour évaluer la fertilité des sols, la teneur en matière organique est la plus significative. En second lieu, on retrouve le développement de la C.E.C et la concentration du sol en matière.

CONCLUSION

La qualité et la quantité des récoltes dépendent avant tout du bon équilibre du sol. Toutes les carences que nous rencontrons dans nos sols, qui ne sont actuellement pas corrigées, affectent donc aussi bien le pouvoir de production des terres que la quantité et la qualité des récoltes. C'est pourquoi, avant d'établir des cultures, l'idéal est d'analyser le profil cultural et procéder si besoin à des analyses de terre.*

*Les analyses de terre et les méthodes pour améliorer son sol seront des sujets traités dans les prochaines éditions du bulletin de la CAPL.

Source: Document de l'IRD sur les sols (Rémi JAMET), participation de la société DEVAPPRO et du CFPPA

TECHNIVAL

Service commercial:
Tel : 40 50 28 70
Nui : 87 74 69 39
Fred : 87 23 88 55



OFFRE BIGBAG SPECIALE AGRICULTEURS

- 10 % de remise avec la carte CAPL
- Livraison gratuite sur Tahiti
- Mise à quai gratuite pour les îles avec passage au service phytosanitaire inclus

Septembre 2019

LE BULLETIN

MAGAZINE DE LA CHAMBRE DE L'AGRICULTURE ET DE LA PÊCHE LAGONAIRE

NOTRE DOSSIER

Le 'Uru,

base de l'alimentation traditionnelle polynésienne



ECONOMIE

Créer son *Business Plan*

HORTICULTURE

Les plantes dépolluantes

LE FIL ROUGE

Le secret des sols agricoles *2ème partie*

CAPL
CHAMBRE DE L'AGRICULTURE ET DE LA PÊCHE LAGONAIRE DE LA POLYNÉSIE FRANÇAISE

Manger LOCAL

Préalable : Partie 1 – Caractéristiques des sols polynésiens sur www.capl.pf

LES SECRETS DES SOLS AGRICOLES

2. L'analyse de terre en pratique

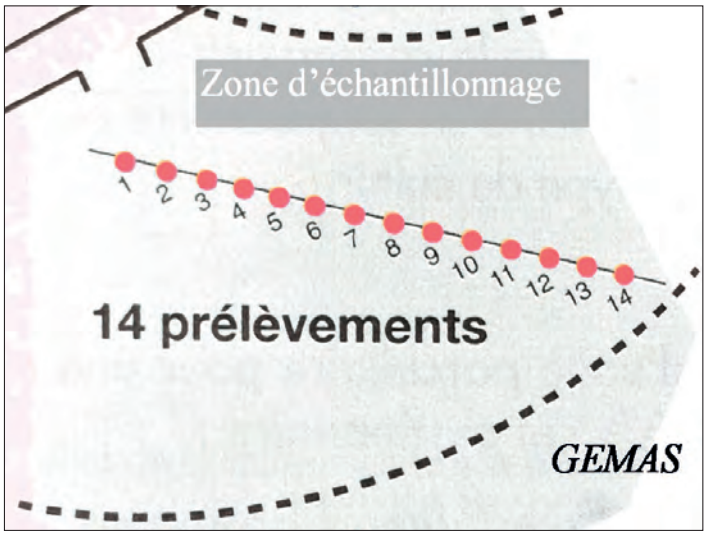
1. Analyser la terre de votre sol pour produire mieux

Les *fa'a'apu* ne produisent pas tous de la même façon et les caractéristiques des sols en sont l'une des raisons. Pour savoir si vous possédez une terre idéale pour bien faire pousser légumes et fruits, vous pouvez procéder à son analyse pour en établir les caractéristiques physiques (aération, infiltration…), chimiques (richesse en ions, acidité, présence d'éléments toxiques…) et biologiques (état de la matière organique, activité biologique…). Elles vous aideront à déterminer la fertilité de votre terre ou à comprendre pourquoi certaines cultures poussent difficilement.

L'analyse suivante sera réalisée dans un délai de 1 à 4 ans en fonction des cultures mises en place et des apports organiques, fertilisants ou calciques que vous aurez réalisés.

2. Prélever correctement votre échantillon de terre

- **Choisir une zone représentative de moins de 5Ha dans votre *fa'a'apu* ;** elle ne doit pas avoir de caractère exceptionnel (inondée, carencée, proche des arbres, amendée ou engraissée il y a moins de 4 mois).
- Pour réaliser **votre échantillon, recueillir 14 à 16 prélèvements de terre** le long d'une diagonale *(cf. schéma ci-contre)* :
  - Effectuer les prélèvements sur sol sec soit **au minimum 48h après une pluie.**
  - Utiliser une pelle bèche ou une tarière pour récupérer la terre **sur 30cm de profondeur** (zone de colonisation racinaire).
  - Mélanger les prélèvements dans une brouette, ou un seau, **propre et non abîmée.** Retirer les débris, pierres et résidus d'herbe.
- **Réaliser, selon la même procédure, un 2ème échantillon dans les cas particuliers suivants :**
  - Arboriculture : 1 échantillon du sous-sol, entre 30 et 60 cm de profondeur,
  - Parcelle avec un problème : 1 échantillon dans cette zone.



CONSEIL : Pour comparer vos résultats, adopter toujours la même méthode d'une année sur l'autre : *Prélever la terre à la même saison et sur la même diagonale.*

3. Envoyer votre échantillon au laboratoire

Extraire **1kg de terre** de votre seau ou de votre brouette. Cet échantillon doit être empaqueté **dans un emballage adéquat,** souvent mis à disposition par le laboratoire, et **étiqueté** (nom, coordonnées…). Certaines analyses nécessitent qu'il soit, en plus, **conservé au réfrigérateur** (4°C) jusqu'au jour de son traitement.

L'échantillon doit être **accompagné d'une feuille de renseignements** précisant la date et l'emplacement exact du prélèvement, les dimensions de la parcelle, les cultures en place et précédentes, les apports et le type de travail du sol.

Votre échantillon n'est pas analysé en Polynésie française mais dans un laboratoire agréé ; ce dernier garantit la mise en œuvre de méthodes d'analyse normalisées et homologuées.



En Polynésie, seule la Sté DEVAPPRO propose actuellement d'effectuer des analyses de terres agricoles ; elle réalise les échantillons dans les *fa'a'apu*, assure leur envoi vers un laboratoire agréé en France métropolitaine puis transmet les résultats aux agriculteurs.

Vous pouvez contacter cette société par téléphone au :

+689 87 31 33 66

ou

par E-mail :

jessica.devappro@gmail.com

4. Comprendre les résultats de votre analyse de terre

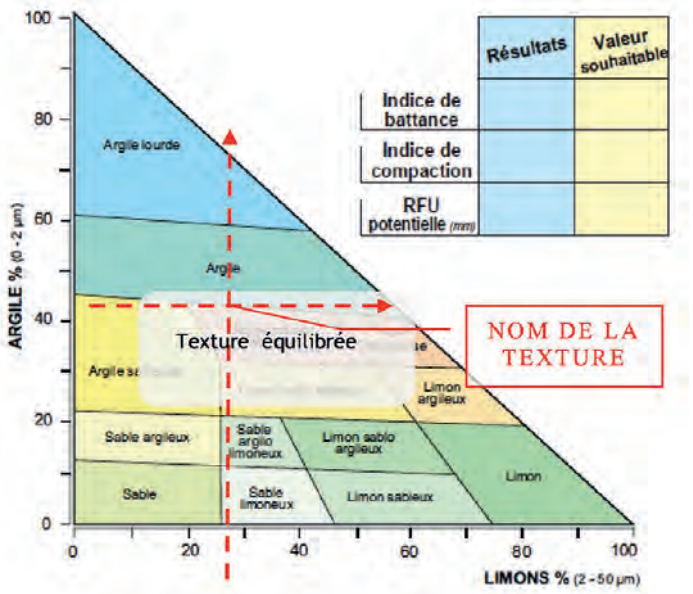
L'analyse de terre doit répondre à vos interrogations (évolution de la fertilité de vos sols, pilotage de la fertilisation ou des amendements…), plus nombreux seront les tests, plus complète sera l'analyse et plus elle vous apportera de réponses.
Nous étudierons, en exemple, le bulletin d'analyse NUTRIPLAN, distribué par la Sté Devappro.

Que vous apprend l'analyse de la GRANULOMETRIE ?

La granulométrie détermine les proportions d'argile, de limon et de sable dans votre sol.
En reportant ces résultats dans le triangle de la ***figure 1***, vous identifiez la **texture de votre sol** et vous pouvez en déduire, entre autres, sa capacité à laisser circuler l'air, à retenir l'eau et les éléments minéraux, ainsi que ses défauts caractéristiques ***(figure 2)*** :

- **la battance :** sous l'effet de l'eau, les sols s'abîment en surface créant une couche imperméable néfaste aux cultures. Ce défaut est celui des sols limoneux.
- **la compaction :** sous l'effet des passages répétés des engins et dans des conditions très humides, la structure des sols se dégrade et elle prend en masse. Ce défaut apparaît chez les sols argileux et limoneux.

Le sol est généralement composé d'un mélange d'argile, de limon et de sable en proportions très variables ce qui influence ses propriétés. La texture idéale est dite «équilibrée», elle est repérée en grisée sur la figure 1.



▶**Figure 1.** *Connaître la texture d'un sol à partir du triangle de texture (ici, texture argileuse)*

Que vous apprend l'analyse de la MATIÈRE ORGANIQUE ?

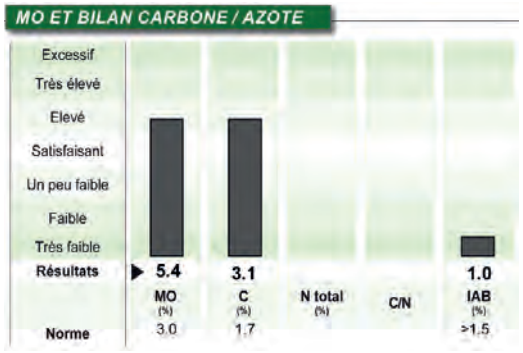
Associée à l'argile, la matière organique (MO) joue **un rôle majeur** dans votre sol :

- **Construction d'agrégats stables :** en se soudant aux sables et aux limons, argile et humus créent des petits grumeaux de terre améliorant la structure et les propriétés de votre sol.
- **Stockage d'éléments minéraux (=ions) et d'eau :** Ils retiennent des éléments minéraux à leur surface et les libèrent dès que les racines des plantes en ont besoin (azote, phosphore, potassium, calcium…). Ils stockent aussi de l'eau utile aux plantes.

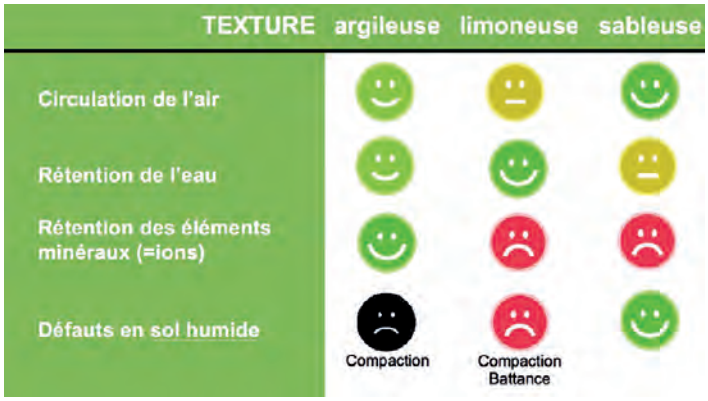
La MO déposée au sol évolue sous l'influence du climat et des êtres vivants lesquels la décomposent et la recombinent pour produire une matière organique très différente, l'**HUMUS**. Toujours sous l'action des microorganismes du sol, cet humus est ensuite très lentement minéralisé en **IONS**, éléments solubles qui assurent la nutrition des plantes ***(fig. 3).***
Pour connaître l'état organique de son sol, l'analyse du taux de matière organique et de son évolution (vers l'humus ou vers les ions) est instructive ***(figures 4 et 5).***



▶**Figure 3.** *Transformation de la MO en humus puis en ions*



▶**Figure 4.** *Résultats d'analyse de MO, C/N et IAB : ici, 5.4% de MO, C/N non estimé, IAB 1%*



▶**Figure 2.** *Caractéristiques des sols selon leur texture*

Le taux de MO dans le sol	**Evolution de la MO en humus** Rapport Carbone/Azote **(C/N)**	**Evolution de l'humus en ions** Indice d'Activité Biologique **(IAB)**
Taux idéal 3 à 5% terre des îles hautes En dehors de ces limites, le taux anormal de matière organique révèle un dysfonctionnement dans le processus d'humification.	**C/N idéal 8 à 10** en sol cultivé ; En dehors de ces limites, la MO n'évolue pas correctement. **Contrainte :** Le C/N est évalué uniquement pour des *échantillons maintenus à 4°C* jusqu'à leur analyse (transport inclus) ; dans le cas contraire, la valeur de N n'est pas fiable et le C/N erroné.	**IAB >1.5%** Sous cette limite, l'activité biologique est insuffisante pour minéraliser l'humus et mettre des ions à disposition de vos cultures.

▶**Figure 5.** *Normes préconisées pour interpréter les résultats concernant l'état organique d'un sol*

Que vous apprennent les ANALYSES CHIMIQUES ?

Comme les aimants avec le fer, l'argile, l'humus et le CAH* ont la capacité d'attirer les éléments minéraux (=ions) et de les stocker pour éviter qu'ils ne soient entrainés en profondeur.
Les analyses chimiques permettent de déterminer la quantité globale d'éléments retenus par le sol (capacité de stockage) et celle par élément.

• Quelle est la capacite de stockage de votre sol ?

La **Capacité d'Echange Cationique (CEC)** correspond à la capacité du sol à stocker des éléments minéraux (=ions). La terre joue le rôle de banque alimentaire, de réserve, pour les plantes. Elle se vide et se remplit à chaque apport d'eau, de dolomie, d'engrais, de compost…
Plus il y a d'argile et d'humus, plus les ions seront stockés donc plus la CEC sera forte *(figure 6)* :

CEC < 10 * : faible capacité
CEC entre 10 et 12 : moyenne
CEC> 12 : bonne capacité
* unité : milliéquivalent/100g de terre fine

• Quels éléments minéraux sont stockés ?

Plusieurs ions sont stockés par votre sol mais ils ont des intérêts divers, certains sont même néfastes par leur quantité.

Les éléments «acidifiants» et les «neutralisants»
Les éléments **H+** sont néfastes pour le sol au-delà d'un certain seuil car ils conduisent à leur **acidification** (majorité des sols des îles hautes polynésiennes) et, à terme, à leur stérilisation. Pour compenser cette acidification, la présence de **Calcium (Ca)** et, en moindre mesure, celle du **Magnésium (Mg)** est **capitale**. En saturant la réserve du sol (CEC), ces derniers empêchent H+ de s'installer durablement, stabilisent les agrégats et favorisent la transformation de la MO ***(figure 7)***.

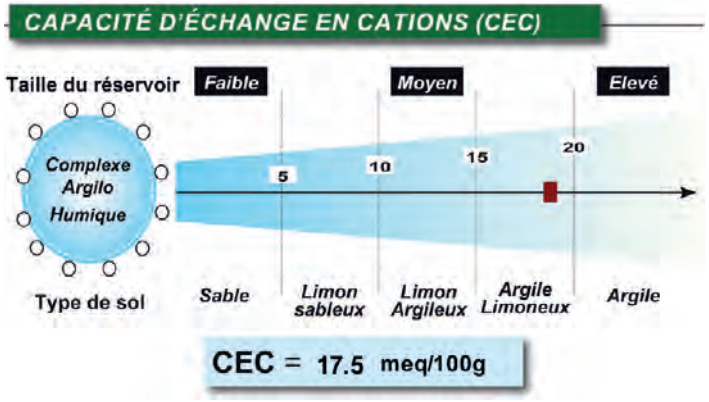
Dans une analyse de terre, le **taux de saturation** mesure la part de la réserve occupée par les éléments autres que le H+ et, en particulier, la part du calcium ***(figure 8)***.

CEC = 17.5 meq/100g

EQUILIBRE CHIMIQUE		H+	Ca++	K+	Mg++	Na+	Taux de saturation
Répartition des cations en % de la CEC	Actuelle	37.4	58.3	0.4	3.6	0.3	62.6
	Optimum	< 20	71.2	3.1	5.7	<=5	80

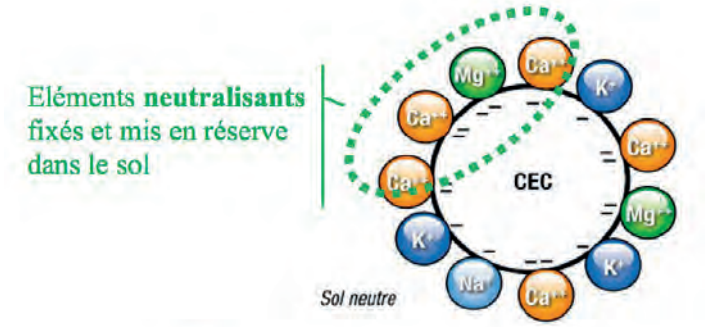
Taux de saturation idéal > 80% & la part de Ca dans la réserve >70%
En dessous, il faudra apporter du Ca pour «chasser» les H+ en excès.

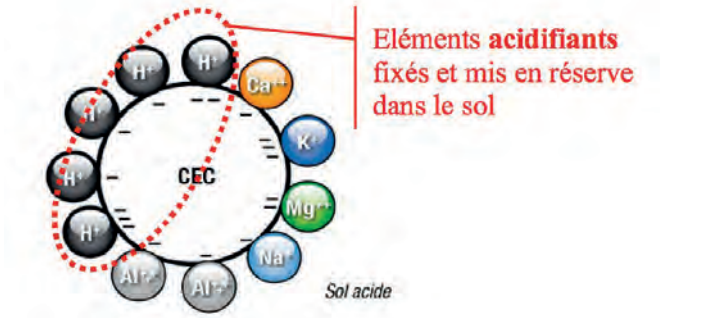
▶**Figure 8.** ***Résultats du taux de saturation et des ions fixés dans le sol :*** *Saturation à 62,6% par des ions autres que H+ & 71,2% de Ca en réserve (insuffisants)*



▶**Figure 6.** ***Résultat d'analyse d'une CEC*** *(ici, CEC 17,5 meq pour 100g de terre fine, le sol possède une bonne capacité de stockage)*







▶**Figure 7.** *Réserve d'un sol équilibré (neutre) et d'un sol déséquilibré (acide) - UNFA*

DEVAPPRO-AGRO SARL
BP 70254 - 98719 TARAVAO
TÉL ; +689 40 42 48 63
EMAIL : DEVAPPRO@GMAIL.COM
Intrants réservés exclusivement aux détenteurs de cartes CAPL

• **L'analyse du pH (=potentiel Hydrogène)** mesure directement la quantité de H+ dans l'eau du sol. Le pH influence la disponibilité en ions «alimentaires » et l'activité des organismes responsables de la dégradation de la MO. Il y a deux mesures, celle du pH_{eau} et celle du pH_{KCl}.

pH_{eau}

Il mesure la quantité de H+ présents dans l'eau autour des racines.

En agriculture, le pH des sols varie :
de 4 (très acide avec beaucoup de H+)
à 9 (très basique avec peu de H+).

Le pH_{eau} idéal est compris entre 6 et 7

- ***Si pH<5.5,* l'Aluminium devient toxique pour les plantes et bloque le Phosphore** (fréquent dans les sols des iles hautes),
- ***Si pH>7,5***, c'est l'**excès de Calcium qui est bloquant.**

CONSEILS : Les cultures doivent être adaptées au pH du sol pour croître correctement, exemples :

- pH favorable au maraichage, entre 6 et 7,5,
- pH pour ananas, il est de 5,
- pH pour banane, entre 6 et 7

Pour compléter votre diagnostic :

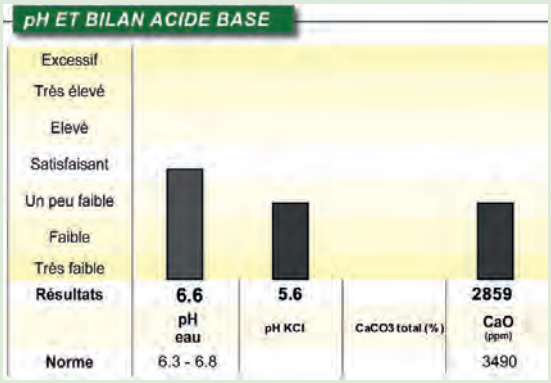
- dans les iles hautes de Polynésie, demander le dosage de l'aluminium (Al),
- dans les atolls, le dosage du calcaire actif.

pH_{KCl}

Il indique la quantité de H+ en réserve dans le sol et susceptible d'être libérée dans l'eau.

Si la différence entre pH_{eau} et pH_{KCl} est de 0,5 à 1
▶▶▶ l'acidité potentielle est faible à nulle

Au-delà de 1, la réserve est trop chargée en H+, le sol s'acidifiera encore davantage, cela met en danger son équilibre.



▶**Figure 9.** ***pH_{eau} (6,6) et pH_{KCl} (5.6), différence de 1***

Si pH_{eau} et/ou pH_{KCl} ne sont pas corrects, il faudra apporter du Ca pour «chasser» les H+ en excès dans le sol.

CONSEIL : ***La remontée de pH doit se faire progressivement pour ne pas perturber les êtres vivants du sol, elle doit être fractionnée sur plusieurs années :* il ne faut pas relever le pH de plus d'1/2 unité/an.**
*(ex. pH 5 ▶**apport 2019** ▶pH 5,5 ▶**apport 2020** ▶pH6..., etc.)*



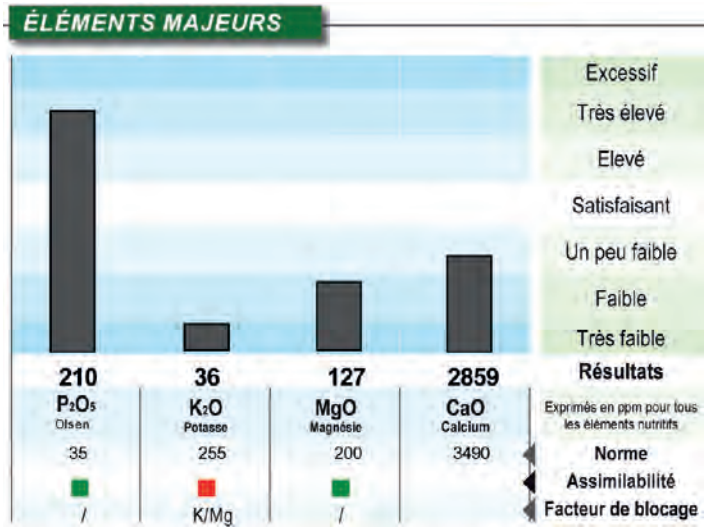


Les éléments «alimentaires»

Les éléments stockés par le sol, puis libérés dans l'eau, sont consommés par les plantes :

- en grande quantité pour les «majeurs», Azote, Phosphore, Potassium, qui assurent croissance et développement de la plante,
- modérément pour les «secondaires», Calcium, Magnésium, Soufre,
- à de très faibles doses pour les oligo-éléments, Fer, Bore, Cuivre, Manganèse, Zinc...

Les éléments «majeurs»



Le Phosphore (P_2O_5) aide au développement des racines, de la floraison et de la fructification.
A noter : *P est très peu mobile dans le sol même inondé (100 jours pour se déplacer de 1cm), ne se lessivent pas, doit être associé à l'argile et l'humus pour être utilisable par les plantes. Fertilisation : faire les apports au plus proche des racines.*

Le Potassium (K_2O) favorise la mise à fleur et la fructification, l'absorption racinaire.
A noter : *K est mobile dans le sol et peut être entrainé en profondeur en cas de sol à faible taux d'argile et d'humus.*

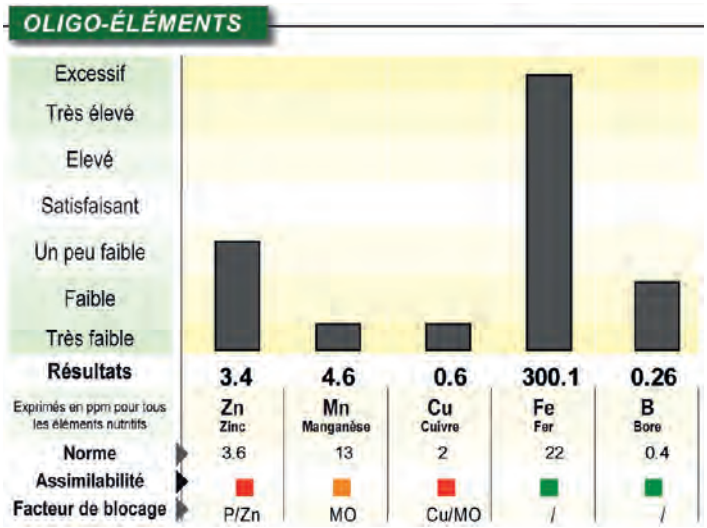
Les éléments «secondaires»

Le Magnésium (MgO) : constituant de la chlorophylle, il contribue à la maturation des fruits et favorise l'absorption du phosphore, de l'azote et du soufre par la plante.
A noter : *Mg est mobile dans le sol et peut être entrainé en profondeur en cas de sol à faible taux d'argile et d'humus.*

Le Calcium (CaO) : joue un rôle capital dans la structure des végétaux, participe au développement racinaire et à la maturation des fruits.
A noter : *Ca est mobile dans le sol et peut être entrainé en profondeur en cas de sol à faible taux d'argile et d'humus.*

Le soufre (S) : Le soufre sert à la fabrication des protéines et de la chlorophylle, et favorise la fixation de l'azote chez les légumineuses.

Les oligo-éléments



Le Zinc (Zn) intervient dans la photosynthèse et la fabrication des protéines, des hormones de croissance.

Le Manganèse (Mn) participe à la formation de la chlorophylle et des protéines, à l'élongation des racines et à la synthèse des membranes et substances de défenses de la plante.

Le Cuivre (Cu) est impliqué dans la formation de la chlorophylle et de la lignine.

Le Fer (Fe) joue un rôle important dans la formation de la chlorophylle et la respiration de la plante, influe également sur la qualité des fruits.

Le Bore (B) favorise la formation des fruits et participe à l'absorption de l'eau. Il aide le transport des sucres et stabilise les membranes.

Le Molybdène (Mo) est nécessaire à la réduction du nitrate et à la fixation symbiotique du diazote, à la conversion du phosphore inorganique en forme organique.

L'insuffisance ou l'absence de l'un des ces éléments dans le sol engendre un dysfonctionnement de la plante et une baisse de rendement.

La réserve en ions «neutralisants» et «alimentaires» de votre sol s'épuise au cours du temps.

Si vous ne la reconstituez pas, les ions perdus seront remplacés NATURELLEMENT par des ions H+ entraînant acidification et dégradation de votre terre.

Les éléments «antagonistes»

Votre sol stocke une multitude d'éléments différents. La plante consomme ceux dont elle a besoin mais parfois, l'absorption de certains nuit à celle de certains autres : les éléments entrent en «concurrence», ils sont «antagonistes». Cela conduit à des carences alimentaires chez les plantes.

Les Ratios d'équilibre pour vérifier les antagonismes

Concurrence du Potassium (K)

Rapport K_2O/MgO: les engrais potassiques, apportés en excès au sol, libèrent des K qui, en se fixant sur le CAH, chassent le Mg qui y était. Pour s'alimenter, la plante disposera donc de K mais manquera de Mg. Trop de K perturbe aussi l'absorption du Calcium (Ca), du Sodium (Na) et du Bore (B).

Concurrence du Phosphore (P)

Rapport P_2O_5/Zn : les engrais phosphatés en excès peuvent limiter l'absorption du Zinc (Zn).
Ils perturbent aussi l'assimilation du Cuivre (Cu).

Concurrence du Magnésium (Mg)

Rapport CaO/MgO : Trop de Mg bloque l'absorption du Calcium.

Autres concurrences toxiques

Sodium **(Na_2O)** et Aluminium **(Al)** sont des ions toxiques en excès pour la plante et à des pH extrêmes.

Concurrence du calcaire actif (en sols coralliens)

IPC=Calcaire actif / Fer assimilable. L'Indice de Pouvoir Chlorosant vérifie le **blocage du fer en sol calcaire** ; celui-ci entraine une chlorose, décoloration du feuillage par manque chlorophylle (pigment vert) en l'absence de fer assimilable.

IPC 0 : risque de chlorose nul
IPC >100 : risque très élevé

RATIOS D'ÉQUILIBRE ET IPC

	Résultats	Valeur souhaitable	Faible	Moyen	Elevé
K_2O / MgO	0.3	1.3			
CaO / MgO	22.5	17.4			
Cu / MO	0.11	0.8			
P_2O_5 / Zn	62.0	9.7			
Na_2O	14	<270			
IPC (*)	/	/			
Risque de chlorose	Non				

CONSEIL : Se méfier des apports d'engrais excessifs pour corriger un manque, plutôt chercher un apport régulier équilibré.

Le laboratoire vous aide à comprendre votre analyse…

Le laboratoire, au vu des résultats de vos analyses de terre, propose des conseils pour vos apports organiques et fertilisants à venir mais ils ne sont pas applicables en l'état en Polynésie.
En effet, les conseils sont prodigués par rapport à des normes de cultures de la région d'origine du laboratoire et celles-ci diffèrent de nos réalités polynésiennes.

Remerciements pour la participation de Rachel BROCHERIEUX du CFPPA à la rédaction.



Décembre 2019

LE BULLETIN

MAGAZINE DE LA CHAMBRE DE L'AGRICULTURE ET DE LA PÊCHE LAGONAIRE

NOTRE DOSSIER

Aux urnes, le 10 juin 2020

Election des membres de la CAPL



Comment vont se dérouler les élections de la Chambre de l'agriculture et de la pêche lagonaire

ECONOMIE

L'intérêt de la TVA pour l'agriculteur

LE FIL ROUGE

Le secret des sols agricoles 3ème partie

RECHERCHE AGRONOMIQUE

La saison chaude, propice aux maladies

LES SECRETS DES SOLS AGRICOLES

3. L'humus, l'*or noir* des terres

L'humus joue un rôle majeur dans la fertilité des terres agricoles. Il apporte de nombreux éléments nutritifs indispensables à la croissance des organismes vivants qui y vivent. Ces derniers, par leur activité, fragmentent la terre qui devient plus souple, plus facile à travailler, mieux aérée et drainée. Les végétaux s'enracinent plus profondément et trouvent l'eau qui leur est nécessaire en période de sécheresse grâce à l'humus qui la stocke comme une éponge.
Cependant, la quantité d'humus dans les sols fluctue. En effet, sous l'effet des pratiques culturales, du type de sol et des conditions climatiques, il se minéralise et disparaît. Maintenir la fertilité de ses sols agricoles implique donc de programmer des apports organiques réguliers pour entretenir leur taux d'humus et leur vie biologique.



Dessin d'Hanspeter Läser, 2018 in «Le sol forestier vit»

1. De l'humus dans les sols

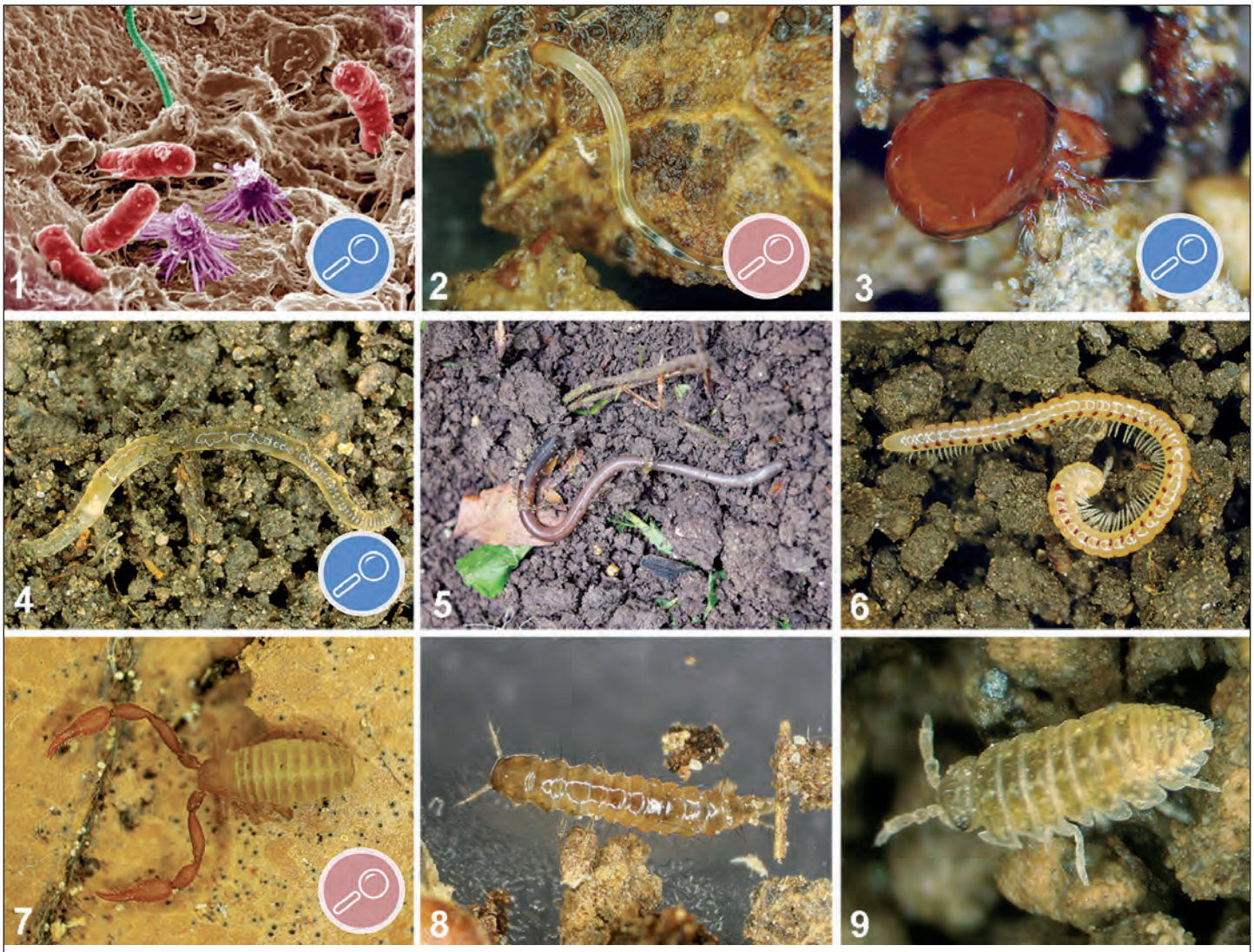
Les organismes du sol dégradent les débris et les déchets animaux ou végétaux de la litière, communément regroupés sous l'appellation «Matière Organique Fraîche» (MOF), et concourent à la production d'humus, matière organique mise en stock dans le sol.

Des milliers de "petites pattes" à l'œuvre...

Il existe une grande diversité d'organismes dans le sol, certains sont spécialisés dans la décomposition et la transformation de la matière organique, d'autres sont prédateurs des premiers créant une véritable chaine alimentaire souterraine **(Figures 1a et 1b).**

Les plus gros sont les mollusques terrestres (escargots, limaces), les vers de terre, les milles pattes, les araignées, les cloportes, les termites, les fourmis, les larves d'insectes. Parmi les plus petits, invisibles à l'œil, il y a les bactéries, les champignons, les nématodes et les acariens.

En ligne sur www.capl.pf : ***Partie 1*** *– Caractéristiques des sols polynésiens* • ***Partie 2*** *– Analyses des sols*



Décomposeurs visibles à la loupe (taille <2mm) *Prédateurs visibles à la loupe (taille <2mm)*

1. Bactéries minéralisatrices
2. Nématode prédateur de bactéries et de champignons
3. Acarien décomposeur
4. Ver décomposeur (10 fois plus petit que le ver de terre)
5. Ver de terre décomposeur
6. Décomposeur de débris végétaux
7. Pseudoscorpion prédateur
8. Coléoptère décomposeur (larve)
9. Décomposeur du bois vermoulu

▶**Figure 1a.** ***Diversité des organismes du sol, des décomposeurs aux prédateurs.***
Photos: Alice Dohnalkova/Pacific Northwest National Laboratory, Marco Walser et Doris Schneider Mathis, 2018 in *«Le sol forestier vit»*.

	GROUPES D'ORGANISMES	NOMBRE MOYEN D'INDIVIDUS AU m² DE SOL
	Escargots, limaces	50
	Ver de terre, mille pattes, araignées, cloportes, larves d'insectes	100
	Vers décomposeurs	30 000
	Acariens	70 000
	Nématodes	1 000 000
	Champignons	1011
	Bactéries	1014

▶**Figure 1b.** ***Population de quelques organismes dans 1 m² de sol***
In Walser M. et al., 2018: *«Le sol forestier vit»* – Diversité et fonctions des organismes vivants du sol. Not. Prat. 60. 12p.

Comment apparait l'humus dans le sol ?

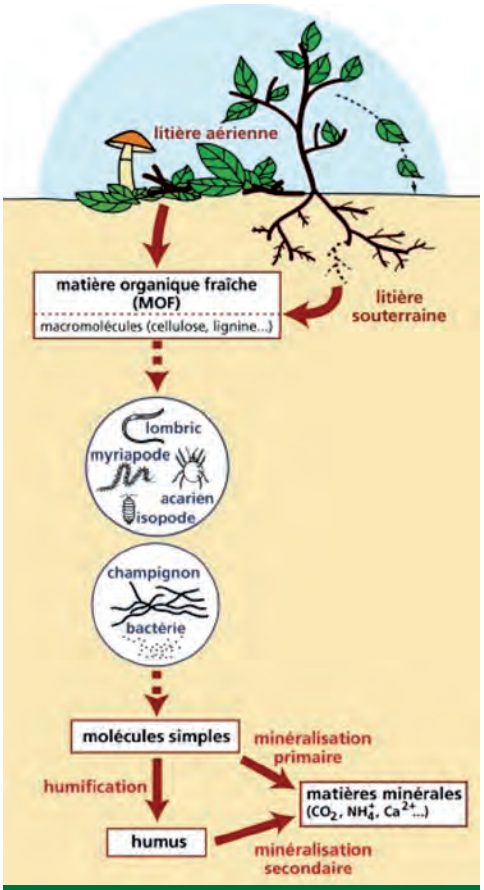
La matière organique fraîche (MOF) de la litière est fragmentée et ingérée par une succession de décomposeurs (vers, termites, cloportes…) qui l'incorporent progressivement au sol la rendant ainsi très accessible aux micro-organismes **(Figure 2).** Ce brassage des couches supérieures du sol par les espèces vivantes animales, la **bioturbation**, favorise, outre la décomposition de la MOF, la création de galeries souterraines indispensables à l'habitat de la microfaune et à la circulation de l'eau et de l'air en profondeur.

Écologie : Importance de la préservation de la microfaune des sols (2018 - 3 mn)
https://positivr.fr/biodiversite-microfaune-fertilite-sol/

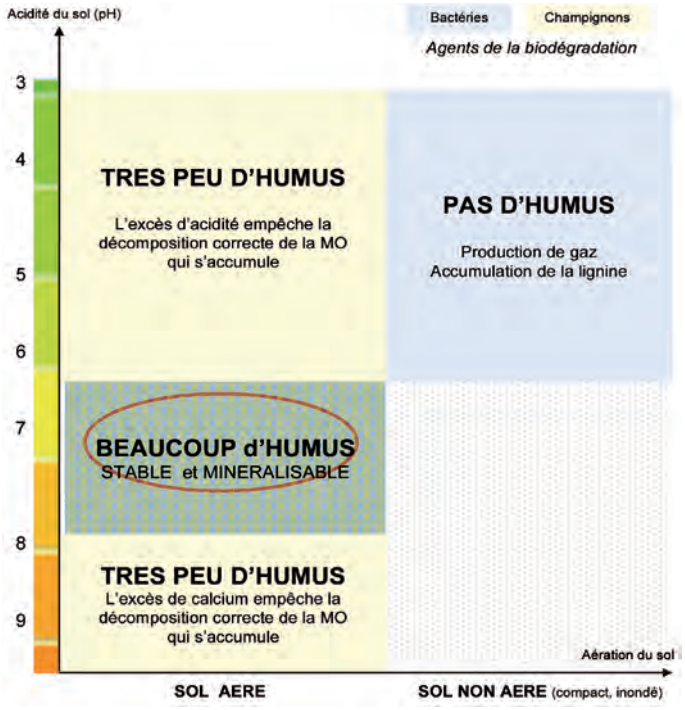
La matière organique ainsi fragmentée offre une très grande surface d'attaque aux organismes les plus petits, les bactéries et les champignons. Ces derniers la dégradent selon deux processus, la minéralisation et l'humification.

La **minéralisation** est l'ultime phase de transformation des substances organiques. Elle se traduit par la libération dans l'atmosphère et dans le sol ***de matières minérales*** simples tels que l'eau, le gaz carbonique, l'acide nitrique, l'ammoniac, les sels minéraux solubles (potassium, calcium….).

L'**humification** conduit à la production *d'humus*. Ce processus ne peut se réaliser qu'en conditions écologiques favorables c'est-à-dire en milieu aéré, humide, neutre et riche en *lignine* (bois), en *cellulose* (tissu végétal souple) et en *protéines* animales et/ou végétales **(Figure 3a).** La cellulose et les protéines sont dégradées aussi bien par des **champignons** que par des **bactéries** alors que la lignine est digérée spécifiquement par des champignons et les dérivés protéiques minéralisés par des bactéries spécialisées **(Figure 3b).** En conditions favorables, champignons et bactéries coexistent et produisent les éléments précurseurs à la synthèse de l'humus stable. En conditions défavorables, ces derniers ne coexistent pas, la matière organique est dégradée partiellement et s'accumule à la surface des sols.



▶Figure 2. *Humification et minéralisation*



▶Figure 3a. *Conditions écologiques favorables à la production d'humus*

	Lignine du bois	Cellulose des végétaux	Protéines	
Champignons	Lignivores	Cellulolytiques	Protéolytiques	
Bactéries		Cellulolytiques	Protéolytiques	Minéralisatrices

▶Figure 3b. *Microorganismes spécialisés dans la biodégradation de la MOF*

Quand l'humus «organique» s'associe à l'argile «minérale»…

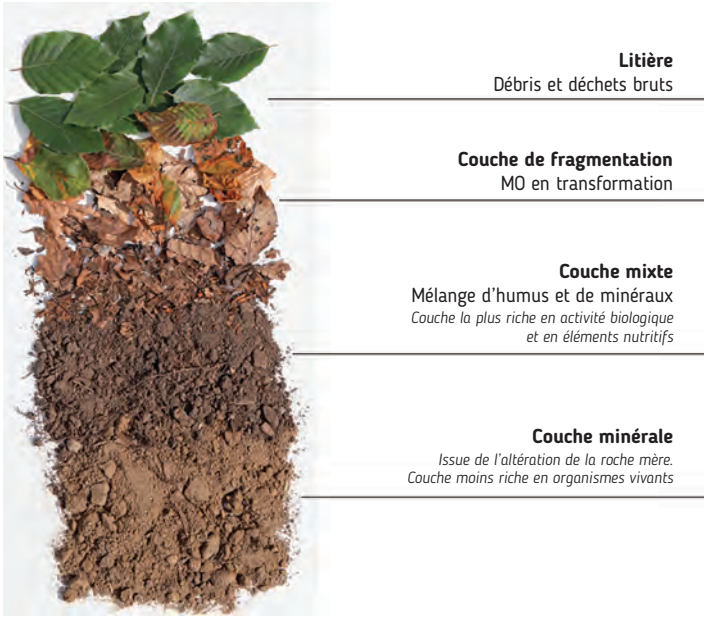
Lorsque les substances humiques entrent en contact avec les argiles, il peut s'établir des liaisons pour donner des **complexes argilo-humiques (CAH).** Ces derniers interviennent surtout comme «ciment» pour assurer **le regroupement** des agrégats (= grains de terre), la **bonne stabilité** des mottes de terre dans le temps et comme **« réservoir »** d'éléments nutritifs dans le sol.

La formation du CAH est favorisée par l'action **des vers de terre** qui, en ingérant ensemble, bactéries, champignons, petites particules de sol, de déchets organiques et d'humus, les mélangent et les lient étroitement.



Les vers de terre améliorent aussi l'aération, la perméabilité et donc la colonisation par les organismes de la couche superficielle du sol en constituant un vaste réseau de galeries tubulaires. Certains d'entre eux descendent profondément, dans la couche minérale, et rapportent en surface une partie des argiles et des ions perdus en profondeur **(Figure 4).**

Dans les régions tropicales, les termites exercent sur les sols les mêmes actions que celles des vers de terre.



▶**Figure 4.** ***De la feuille de litière à l'humus des sols, évolution de la matière organique dans les différentes couches du sol.***
(Photo, Walser M. et al., 2018 : in "Le sol forestier vit".)

BRUT. Interview de Christophe Gatineau : Le rôle du ver de terre (2018 - 2 mn)
https://www.youtube.com/watch?v=qSBPHQ_dKsQ

2. Quand l'humus disparaît des sols agricoles

Une disparition programmée !

Sous l'influence de bactéries et de champignons, l'humus stable en stock dans le sol subit à son tour une minéralisation, c'est-à-dire de nouvelles transformations lentes et continues qui libèrent, dans le milieu, des éléments nutritifs solubles disponibles pour les plantes. La minéralisation est accélérée sous les climats chauds et humides, dans les sols bien aérés, neutres à faiblement acides, dans lesquels l'activité biologique est importante.

L'humus agricole sous surveillance…

Dans les agrosystèmes, les produits récoltés et, généralement, les résidus de culture, sont exportés en dehors de la parcelle réduisant ainsi le volume de déchets biodégradables laissés sur place, et, par voie de conséquence, la production d'humus.

Le stock d'humus diminue de 1,5 à 2% par an en sol cultivé

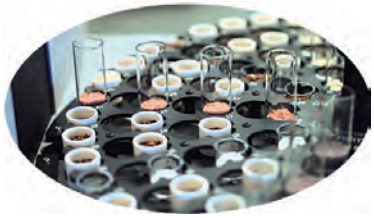
L'agriculteur dispose de plusieurs outils pour suivre l'évolution de la matière organique et de l'activité biologique dans ses sols.

a. Le test à la bêche est une méthode d'évaluation au champ, visuelle et rapide. Elle permet d'observer la structure du sol, sa richesse en humus, sa porosité, sa couleur, son odeur, la présence des vers de terre et l'effet du travail des engins agricoles pour en déduire rapidement son niveau de fertilité.



Test à la bêche - Canton de berne (2014 - 14 mn)
https://www.youtube.com/watch?v=qd62cjFHMz0
Test comparatif entre des sols de forêt de conifères, de prairie et cultivés.

b. L'analyse de sol permet de connaître l'état organique et biologique des sols cultivés *(Rappels de la Partie 2. «Analyse de sols»).*



Le carbone (noté C) est le principal composant de la matière organique. Doser ce carbone en laboratoire permet d'estimer le taux de matière organique d'un échantillon de terre.

Ce dernier est, idéalement, de 3 à 5% dans les terres des îles hautes.

L'azote (noté N) est le composant principal des protéines. Son dosage permet de calculer ***le rapport C/N de la matière organique*** de l'échantillon et de déterminer, au regard de son état de dégradation et d'évolution, le niveau de l'activité biologique du sol.

Le rapport C/N normal en sols cultivés varie entre deux extrêmes, 8 et 12. En dessous de 8, la matière organique se décompose trop rapidement, et, au-delà 12, l'activité biologique est réduite induisant une décomposition lente de la matière organique qui s'accumule dans le sol. Celui-ci peut être évalué aussi par **l'Indice d'Activité Biologique (IAB),** calculé à partir du taux de minéralisation de l'humus.
Un indice IAB >1.5% indique une vie active et de qualité, dans des conditions favorables à la minéralisation.

Suivre la fertilité de ses sols implique donc d'effectuer des apports réguliers de matières organiques pour compenser les pertes liées aux productions agricoles et pour maintenir la vie dans le sol.

Un sol agricole mort est un sol NON FERTILE

3. L'amendement organique, un geste vital...

Les matières organiques restituées sur les parcelles agricoles sont diverses et ne génèrent pas toutes la même quantité d'humus. Connaître la qualité de ses apports organiques permet de répondre au mieux aux besoins de ses sols.

Caractérisation les matières organiques (MO)

En conditions écologiques favorables, une humification réussie nécessite **l'apport simultané** de MO variées, les unes chargées de **cellulose** ou de **lignine** *(riches en carbone-C),* les autres de **protéines** ou d'**urée** *(riches en azote-N).* Les MO restituées sont caractérisées par leur rapport C/N **(Figure 5).**

*Les MO à **C/N très faible** sont d'origine animale. Elles sont riches en **azote** mais faute de lignine, elles ne forment **pas d'humus**, elles libèrent RAPIDEMENT, dans le milieu, des éléments minéraux solubles acidifiants dont l'excès conduit à des pollutions environnementales (ex. azote retrouvé dans les nappes phréatiques).*

*Les MO à **C/N faible** d'origine végétale renferment **beaucoup d'azote** et peu de carbone : ce sont les végétaux verts. Très vite dégradés par les microorganismes, ils libèrent RAPIDEMENT de l'azote dans le milieu (C/N<25) et génèrent **peu d'humus**.*

*Les MO à **C/N élevé** d'origine végétale renferment **beaucoup de carbone** (cellulose, lignine) mais sont pauvres en azote : ce sont les pailles (C/N=100), le bois (C/N>200). Elles génèrent **beaucoup d'humus** à condition de mobiliser l'azote du milieu au détriment des cultures (jaunissement). Leur humification sera d'autant plus LENTE que la fragmentation sera grossière.*

Au cours de l'humification, les MO incorporées perdent du carbone-C sous forme de CO2. L'azote-N, lui, reste dans le sol, intégré dans l'humus ou solubilisé et disponible pour les racines et les microorganismes. Le rapport C/N des MO incorporées diminue donc et se stabilise à une valeur caractéristique du sol de la parcelle (idéal recherché entre 8 et 10).

Comment amender les terres agricoles ?

Pour éviter l'effet dépressif de certains apports organiques sur les cultures et favoriser l'humification des MO restituées au sol, il faut bien connaître la quantité de la MO incorporée. Une des matières organiques les plus utilisée pour amender le sol est le fumier. Toutefois, il est préférable d'utiliser du fumier composté en lieu et place du fumier frais **(Figure 6).**

1. Quand incorporer les MO ?

Moins elles sont décomposées et plus elles ont lentes à humifier (C/N élevé), plus il faudra les incorporer longtemps à l'avance, avant la mise en place des cultures.

2. Quel niveau de maturation pour les MO incorporées?

Il est fonction de l'activité biologique des sols et des conditions écologiques du milieu : apport de MO plus acide en sol calcaire, MO plus évoluée en sol acide, MO à C/N faible en sol peu actif...

3. Comment favoriser leur décomposition ?

En dynamisant la vie biologique du sol :

- *par une bonne aération, obtenue par une incorporation superficielle, et une bonne humidité (saison)*
- *par une richesse suffisante en azote, augmentée si nécessaire par des apports extérieurs (engrais verts, organiques ou minéraux, résidus riches en azote)*
- *par la présence de calcium et de magnésium, éléments correcteurs de l'acidité du sol.*

En assurant l'entretien du stock de MO de ses sols, l'agriculteur améliore progressivement et durablement leur aptitude à produire. Vos meilleurs alliés habitent en sous-sol, à l'abri des regards, mais ils travaillent bénévolement pour vous !

FUMIER COMPOSTÉ (C/N MOYEN)	FUMIER FRAIS (C/N ÉLEVÉ)
MO stable et de qualité constante	MO non décomposée (fraîche)
Libération progressive et immédiate des éléments nutritifs après l'apport	Risque de confiscation de l'azote au détriment des plantes cultivées
Produit sain ; absence de germes pathogènes et des graines d'adventices	Infection du sol par les parasites, les germes et les mauvaises herbes ; destruction du sol suite à sa désinfection, et problèmes de résidus sur produits à cause des traitements sanitaires.
Epandage facile et uniforme grâce à sa structure grumeleuse et friable	Pas d'épandage uniforme à cause du taux d'humidité élevé.
Doses d'application faibles donc les volumes à transporter sont réduits.	Besoins importants ce qui explique un fort tonnage à transporter ainsi un coût élevé de transport et de main d'œuvre.
Disponibilité toute l'année et avec les mêmes caractéristiques.	Indisponibilité et variations des teneurs saisonnières et géographiques.

▶ **Figure 5.** ***Tableau comparatif entre les avantages du fumier composté et du fumier frais***

TYPE D'AMENDEMENT	RAPPORT C/N	EXEMPLES DE MATIÈRES ORGANIQUES (leur C/N)
Déchets issus des animaux d'élevage	**C/N très faible** *MO riche en azote, pauvre à très pauvre en carbone*	Plumes (5), Cornes et Onglons, Os (4), Peau, Poil, Viande ou Sang**(5), Coquille d'œufs... Déjections : Fiente (poule : 10) et lisiers d'élevage (mélange liquide de fèces et d'urine) (porcs : 14, vaches : 8). ***Attention ! Traitement obligatoire et coûteux pour éviter la dissémination de germes pathogènes.*
Déchets d'organismes aquatiques		Poisson, crabe, crevettes, échinodermes (acanthaster...), guano (déjections oiseaux marins) - algues marines**. ***Attention aux excès possibles de salinité pouvant conduire à la déstructuration des sols !*
Déchets végétaux verts	**C/N moyen à faible** *MO riche en azote Moyennement riche en carbone*	Résidus de récolte, de tonte ou de taille (déchets verts 20-60), déchets de transformation et déchets ménagers (fruits ou parties de fruits (peau, pédicelle...), marc de café (24), marc de raisin composté (30-40)...
Mélange de MO		Fumier *(mélange de paille de litière et d'excréments d'élevage)* bien décomposé (12-15), frais (15-20). Bois raméal fragmenté *(mélange de végétaux verts et bois)*.
Déchets végétaux à fibres ou ligneux	**C/N élevé** *MO pauvre en azote, très riche en carbone*	Déchets de taille, paille sèche (50-80), tiges de maïs (40-60), bois, écorce et sciure** (>150), charbon, bourre de coco, papier (150)... *** Attention ! Ne pas utiliser la sciure de bois traité, en effet, il peut être nocif pour la vie du sol.*

▶ **Figure 6.** ***Amendements organiques agricoles***

Le Compost
MO humifiée

Issu de la dégradation des MO par un procédé nécessitant de l'oxygène et l'intervention de plusieurs microorganismes (bactéries, champignon...).

▶ **Améliorer les propriétés du sol**

Le Terreau
MO humifiée

Compost mélangé à de l'argile et du sable pour donner un substrat meuble et riche en humus et en nutriments, favorable aux semis et jeunes plants.

▶ **Améliorer les propriétés du sol**

Le Lombricompost
MO humifiée

Compost issu du processus de transformation de fumier ou de déchets organiques ménagers par des vers de terre.

▶ **Améliorer les propriétés du sol**

Le Bokashi
MO fermentée

Issu d'une fermentation sans oxygène par des micro-organismes efficaces (EM), il peut être enterré dans le sol mais présente une forte acidité.

▶ **Dynamiser la vie du sol**
▶ **Améliorer la stabilité du sol**

Le BRF *(Bois Raméal Fragmenté)*
MO fraîche

Réalisé à partir de branches vertes broyées non résineuses (diam. < à 7 cm), il est appliqué en couverture ou intégré à la couche superficielle du sol.

▶ **Dynamiser la vie du sol**
▶ **Améliorer la stabilité du sol**

Les "Engrais Verts"
MO fraîche

Cultivés et enfouis au bout de quelques semaines, ils fournissent rapidement des nutriments aux organismes du sol et la culture suivante.

▶ **Dynamiser la vie du sol**
▶ **Améliorer la stabilité du sol**

▶ **Figure 7.** ***Exemple d'amendements organiques***