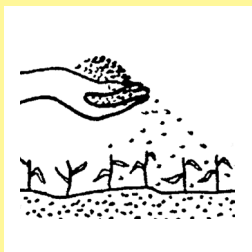


# Gérer la fertilité du sol



# **Agrodok 2**

## **Gérer la fertilité du sol**

Laura van Schöll

© Fondation Agromisa, Wageningen, 2005.

*Tous droits réservés. Aucune reproduction de cet ouvrage, même partielle, quelque soit le procédé, impression, photocopie, microfilm ou autre, n'est autorisée sans la permission écrite de l'éditeur.*

Première édition français : 1985

Quatrième édition révision : 1998

Cinquième édition : 2005

Auteur : Laura van Schöll

Traduction : Josiane Bardon

Imprimé par : Digigrafi, Wageningen, Pays-Bas

ISBN : 90-8573-002-3

NUGI : 835

# Avant-propos

Nous remercions d'abord et tout particulièrement Rob Leijder, Stephan Mantel et Jan Vlaar pour leurs précieux commentaires. Nous remercions également les illustrateurs, Barbera van Oranje et Daniel van Buren.

Cet Agrodok est une édition révisée qui englobe deux Agrodoks publiés précédemment (Agrodok 2: 'Fertilité du sol', et Agrodok 28: 'Engrais vert'). Nous les avons réunis car l'engrais vert offre aux petits exploitants agricoles une possibilité supplémentaire d'améliorer la fertilité du sol. En plus du fumier et des engrais chimiques, des pratiques agricoles comme l'utilisation d'engrais vert peuvent contribuer largement à lutter contre les problèmes de fertilité.

Toute la série des Agrodoks est publiée par Agromisa à Wageningen, aux Pays-Bas. Vous pouvez commander des Agrodoks, mais aussi correspondre directement avec le service d'information d'Agromisa pour trouver des réponses à des questions spécifiques concernant l'agriculture.

Rienke Nieuwenhuis  
Laura van Schöll  
Octobre 1998

# Sommaire

<b>1</b>	<b>Introduction</b>	<b>7</b>
	<b>Partie I : Fertilité du sol et pratiques agricoles</b>	<b>10</b>
<b>2</b>	<b>Introduction</b>	<b>10</b>
2.1	Pratiques agricoles	10
2.2	La matière organique	11
2.3	Le brûlis	12
2.4	Les conditions locales	13
<b>3</b>	<b>Le paillage</b>	<b>15</b>
3.1	Les avantages du paillage	15
3.2	Inconvénients et limites du paillage	17
3.3	Méthodes et recommandations	17
<b>4</b>	<b>L'apport d'engrais vert</b>	<b>18</b>
4.1	Les avantages des engrais verts	18
4.2	Inconvénients et limites des engrais verts	19
4.3	Méthodes et recommandations	20
<b>5</b>	<b>Cultures associées</b>	<b>22</b>
5.1	Les avantages des cultures associées	22
5.2	Les inconvénients des cultures associées	24
5.3	Méthode et recommandations	24
<b>6</b>	<b>Les périodes de jachère verte</b>	<b>25</b>
6.1	Les avantages des périodes de jachère	25
6.2	Inconvénients	25
6.3	Méthode et recommandations pour les périodes de jachère verte	26

<b>7</b>	<b>L'agroforesterie</b>	<b>27</b>
7.1	Les avantages de l'agroforesterie	27
7.2	Inconvénients et limites de l'agroforesterie	28
7.3	Méthodes et recommandations	28
7.4	Les systèmes d'agroforesterie dans les régions sèches (arides et semi-arides)	29
7.5	Les systèmes d'agroforesterie dans les régions humides qui sont arrosées presque toute l'année par la pluie (zones sub-humides et humides)	31
	<b>Partie II : La fertilité du sol et la fertilisation</b>	<b>36</b>
<b>8</b>	<b>Introduction: la balance des substances nutritives</b>	<b>36</b>
<b>9</b>	<b>Le compost</b>	<b>37</b>
9.1	Les conditions locales	37
9.2	Les avantages du compostage	38
9.3	Inconvénients et limites du compostage	38
9.4	Méthodes et recommandations	39
9.5	Points importants concernant le compost	41
<b>10</b>	<b>Le fumier</b>	<b>43</b>
10.1	Les conditions locales	43
10.2	Les avantages de la conservation et du vieillissement du fumier	44
10.3	Inconvénients de la conservation et du vieillissement du fumier, précautions à prendre	45
10.4	Méthodes et recommandations	46
<b>11</b>	<b>L'utilisation d'engrais chimiques</b>	<b>49</b>
11.1	Méthodes d'application	49
11.2	Les types d'engrais chimiques	50
11.3	Moment et méthode d'application des engrais par substance nutritive	51
11.4	Le chaulage	53

<b>Partie III : Cadre théorique</b>	<b>56</b>
<b>12 Les substances nutritives des plantes</b>	<b>56</b>
12.1 Les macroéléments	57
<b>13 Importantes caractéristiques du sol</b>	<b>60</b>
13.1 La structure du sol	60
13.2 Les particules solides du sol	61
13.3 Agrégats	62
13.4 Matière organique dans le sol	62
13.5 Organismes du sol	64
13.6 Immobilisation de l'azote (N) et le rapport C:N	65
13.7 Caractéristiques chimiques du sol	66
<b>14 Le diagnostic du sol</b>	<b>69</b>
14.1 Texture et structure du sol	69
14.2 Niveau de matière organique	72
14.3 Couches imperméables	72
14.4 Réserve de substances nutritives	73
<b>Annexe 1 : Principaux types de sol dans les tropiques</b>	<b>77</b>
<b>Bibliographie</b>	<b>80</b>
<b>Adresses utiles</b>	<b>82</b>
<b>Glossaire</b>	<b>83</b>

# 1 Introduction

Agromisa doit répondre à de nombreuses questions concernant des problèmes agricoles liés directement ou indirectement à des problèmes de fertilité du sol. Les rendements des récoltes ont diminué, et les agriculteurs cherchent à savoir comment retrouver le niveau des récoltes précédentes. Le manque de fertilité du sol entraîne une baisse des rendements et favorise également le développement de nombreuses maladies des plantes. Si la fertilité du sol est médiocre, les cultures manquent de force et deviennent donc plus sensibles aux maladies et aux parasites. La présence de ces derniers entraîne une nouvelle diminution de la productivité et menace encore davantage les moyens d'existence des communautés rurales. On peut éviter ce genre de situation en améliorant la qualité du sol.

La présence de matière organique dans le sol est essentielle pour maintenir sa fertilité. Cette matière organique est composée de matière fraîche organique (résidus de plantes ou de cadavres d'animaux) et d'humus. Les organismes du sol transforment la matière fraîche organique en humus. Cet humus, qui donne une couleur foncée au sol, permet de retenir beaucoup d'eau et de substances nutritives.

Cela signifie que pour maintenir la fertilité du sol, il faut commencer par préserver la matière organique qu'il contient. On peut y parvenir par des pratiques agricoles appropriées et en utilisant du fumier ou du compost. Si le sol est très détérioré, l'utilisation d'engrais chimiques peut devenir nécessaire. Les engrais chimiques permettent de restaurer la fertilité du sol très rapidement, la plante peut les utiliser dès qu'ils sont dissous dans le sol. Par contre, la matière organique demande un certain temps avant de se transformer en humus et de libérer ses matières nutritives.

Cet Agrodok vous fournira des informations sur les pratiques agricoles appropriées, sur l'utilisation d'engrais organiques et chimiques et des informations générales sur des termes souvent utilisés dans la science



des sols; et enfin, vous trouverez une procédure permettant de déterminer la qualité du sol.

Cet Agrodok est donc divisé en trois parties:

La partie I décrit les pratiques agricoles appropriées pour maintenir et/ou améliorer la qualité du sol.

La partie II décrit les engrais que l'on peut utiliser pour obtenir des résultats plus rapides mais à un coût plus élevé: nous examinerons à la fois les engrais organiques et chimiques.

La partie III explique certains termes scientifiques fréquemment utilisés dans les textes sur la science des sols, afin d'aider les gens qui veulent en savoir davantage sur ce sujet. Vous y trouverez aussi une procédure permettant de déterminer la qualité du sol.

## **Partie I Fertilité du sol et pratiques agricoles**

Après une introduction sur les pratiques agricoles, la matière organique, le brûlis et les conditions locales, les différentes pratiques agricoles seront décrites avec plus de précision:

- le paillage est une méthode qui consiste à étaler une couche de matière organique fraîche sur le sol;
- l'apport d'engrais vert, consiste à enfouir dans le sol de la matière verte fraîche;  
le système des cultures associées consiste à faire pousser ensemble deux cultures ou plus, sur le même champ;
- pendant les périodes de jachère verte, on sème ou on stimule des espèces qui ont des qualités supérieures à celles qui pousseraient spontanément pendant cette période;
- l'agroforesterie comprend toutes les formes d'utilisation du sol dans lesquelles les espèces ligneuses (les arbres et les arbustes) sont cultivées en combinaison avec d'autres cultures.

## **Partie II Fertilité du sol et engrais**

L'utilisation de fumier et de compost contribue à maintenir le niveau de matière organique dans le sol. L'utilisation d'un engrais chimique peut s'avérer nécessaire pour fournir rapidement aux plantes les substances nutritives dont elles ont besoin. Contrairement aux engrais or-

ganiques, les engrais chimiques agissent immédiatement sur les plantes; les engrais organiques doivent d'abord se décomposer en substances nutritives avant de pouvoir être utilisés par les plantes. Cela signifie que la matière organique n'a qu'un effet à long terme, tandis que les engrais chimiques agissent immédiatement (en quelques jours ou quelques semaines) sur la fertilité du sol. Toutefois, les engrais chimiques sont épuisés à la fin de la saison ou après quelques saisons, tandis que la matière organique continue à améliorer la fertilité et la structure du sol. De plus, la présence de matière organique garantit une utilisation plus efficace de l'engrais chimique par les cultures, en l'empêchant d'être lessivé. C'est en fait un gaspillage d'argent d'appliquer un engrais chimique sur un sol pauvre en matière organique, si on ne l'associe pas à des mesures d'augmentation du niveau de matière organique dans le sol.

### **Partie III Cadre théorique**

Cette partie fournit des informations générales sur des termes techniques, les substances nutritives par exemple, et sur des concepts importants dans la science du sol, comme la texture, la structure, la matière organique, les organismes du sol, les agrégats et les propriétés chimiques du sol, comme le pH (potentiel d'Hydrogène) et le CEC (capacité d'échange cationique). On trouvera aussi ces termes dans le glossaire. De plus, la Partie III permettra de préparer des discussions avec des techniciens ou de mieux comprendre une documentation plus technique.

Vous trouverez une procédure pour évaluer la qualité du sol: elle permet de déterminer un certain nombre de facteurs importants comme la texture et la structure du sol, la présence de couches imperméables, le niveau de matière organique et de vie dans le sol, les réserves de matières nutritives et l'acidité du sol.

Nous avons également inclus une liste d'ouvrages pour ceux qui veulent plus d'informations sur les problèmes de la science du sol.

L'annexe 1 contient une liste des principaux types de sol dans les tropiques.

# Partie I : Fertilité du sol et pratiques agricoles

## 2 Introduction

### 2.1 Pratiques agricoles

Il s'agit des méthodes que l'agriculteur peut utiliser avant, pendant et après la période de croissance et qui n'exigent pas l'addition d'un nouvel élément à son exploitation, ni l'achat de nombreux investissements supplémentaires (hormis du matériel pour semer ou pour planter). Ces méthodes comprennent le paillage, l'apport d'engrais vert, les cultures associées, les périodes de jachère verte et l'agroforesterie.

Toutes ces méthodes permettent d'obtenir et de maintenir des conditions optimum dans l'assiette racinaire, où les plantes puisent les substances nutritives et l'humidité nécessaires à une bonne production. Les racines doivent également pouvoir pénétrer dans le sol. Des méthodes comme le paillage, les cultures associées et l'agroforesterie ont pour but de garder le sol couvert afin d'éviter l'évaporation et la déshydratation. Les cultures associées et l'agroforesterie permettent le développement de systèmes racinaires étendus dans le sol; la plantation de différentes plantes aux systèmes racinaires différents, nécessitant des substances nutritives différentes, favorise une meilleure utilisation des substances nutritives présentes et de l'eau. Les arbres qui constituent une partie des systèmes d'agroforesterie, permettent l'utilisation des substances nutritives situées dans des couches plus profondes du sol.

L'apport d'engrais vert et les périodes de jachère verte font nettement augmenter le niveau de matière organique et la disponibilité des matières nutritives libérées par la matière organique décomposée dans le sol. L'utilisation de plantes légumineuses intensifie cette fonction.

## 2.2 La matière organique

La matière organique joue un rôle important dans la gestion d'une meilleure fertilité du sol. Elle a de nombreuses propriétés qui permettent d'augmenter la fertilité du sol et d'améliorer sa structure. La matière organique retient beaucoup de substances nutritives, ce qui est particulièrement important dans les sols sableux qui en retiennent très peu. Elle retient aussi beaucoup d'eau, si bien que pendant les périodes sèches, les plantes ont plus d'eau à leur disposition et pendant plus longtemps. C'est aussi particulièrement important pour les sols sableux qui retiennent peu d'eau. La matière organique améliore la structure du sol. C'est important pour les sols sableux comme pour les sols argileux, du fait de leur structure médiocre. Enfin, elle stimule la croissance des organismes du sol, qui favorisent l'assimilation des substances nutritives de la matière organique par les plantes.

La matière organique du sol est composée de matière organique fraîche et d'humus. La matière organique fraîche est constituée de restes de plantes et d'animaux non encore décomposés: des racines, des résidus de plantes, des excréments d'animaux et des cadavres. Les organismes du sol transforment la matière fraîche en humus, qu'on appelle aussi matière organique du sol. Des matières nutritives sont libérées au cours de ce processus; la matière organique rend donc les substances nutritives disponibles pour les plantes. L'humus, c'est-à-dire la matière organique du sol, est un matériau complètement décomposé, au point qu'on ne peut plus discerner la matière fraîche d'origine. Il donne une couleur foncée au sol. L'humus est à son tour décomposé par les organismes du sol qui libèrent encore davantage de substances nutritives, mais ce processus prend plus de temps.

Les pratiques agricoles qui contribuent à un équilibre positif de la matière organique sont essentielles pour une bonne fertilité du sol à long terme. La balance de la matière organique doit être équilibrée ou positive, c'est-à-dire que la quantité de matière organique que l'on ajoute doit être égale ou supérieure à la quantité décomposée et donc perdue. Mais il est difficile d'obtenir une balance positive de la matière organique. Cela signifie que si une grande quantité de matière organique

est perdue (par érosion par exemple), il est difficile d'augmenter sa quantité dans le sol. Même dans des conditions favorables et avec une bonne gestion des cultures, cela peut prendre un certain nombre de décennies, surtout si pendant cette période, on a fait pousser des cultures que l'on enlève presque entièrement lors de la récolte.

La vitesse de décomposition de la matière organique dépend en grande partie du climat. S'il est chaud et humide, la matière organique se décompose plus rapidement que s'il est froid ou sec.

## **2.3 Le brûlis**

Le brûlage de la végétation pour préparer la terre aux cultures est une pratique courante. Les avantages en sont grands, car le brûlage de la jachère, des résidus de plantes et des mauvaises herbes épargne beaucoup de travail. La jachère ou les mauvaises herbes ont en grande partie disparu et il n'est plus nécessaire de débroussailler ou de tailler. Les cendres contiennent de nombreuses substances nutritives sous une forme immédiatement utilisable. La première récolte qui suit le brûlage de la jachère est généralement bonne.

Toutefois, après quelques saisons, on constate un effet négatif du brûlis sur le niveau des substances nutritives et sur la fertilité du sol. Les causes en sont diverses. Au cours du brûlage se dégage une grande quantité d'azote (N) et de soufre (S) qui ne sont donc plus disponibles pour les plantes (vous trouverez davantage d'informations sur l'importance de ces substances nutritives dans la Partie III, au Chapitre 12).

Après le brûlage, toutes les substances nutritives stockées dans la végétation se retrouvent dans l'humidité du sol, mais ne peuvent être entièrement utilisées tout de suite. De fortes pluies entraînent avec elles de grandes quantités de N. Le phosphate, sous forme minérale, se fixe sur les particules du sol et n'est donc plus disponible pour les plantes.

Un brûlage régulier des résidus des récoltes fait diminuer la réserve de matière organique fraîche, et donc le niveau de matière organique dans le sol, ce qui a des effets négatifs à long terme sur la fertilité du sol.

Après la combustion, le sol n'a plus de protection, il risque d'être recouvert d'une croûte et de subir une érosion hydrique (par l'eau) et éolienne (par le vent). La cendre est très légère et donc facilement emportée par le vent et l'eau. Les substances nutritives partent avec la cendre et il ne reste plus de réserves dans le sol pour la récolte suivante.

L'absence de couverture du sol risque d'augmenter considérablement sa température pendant la journée, ce qui est très néfaste pour les organismes du sol et la germination des semences. Le sol se dessèche aussi plus rapidement. Le sol devient donc chaud, sec et dépourvu d'organismes du sol, alors que les plantes nécessitent un sol frais, humide et riche en organismes.

## **2.4 Les conditions locales**

Avant de choisir la pratique agricole qui sera la plus efficace, il est important de prendre en considération le climat et les pentes éventuelles du terrain. Dans les zones humides où il pleut tout au long de l'année, une couverture vivante du sol sous forme d'engrais vert est souvent préférable à un paillis. L'engrais vert retient les substances nutritives que la pluie lessiverait en l'absence de culture principale.

Les engrais verts peuvent être également efficaces dans les zones sub-humides où il ne pleut pas toute l'année et où l'on peut clairement distinguer des périodes sèches. Toutefois, dans ces zones, l'engrais vert et la culture principale risquent de se concurrencer pour l'eau, ce qui posera un problème. En cas de saison des pluies très courte, si l'engrais vert prend la place d'une culture vivrière ou de rapport, l'agriculteur perdra de la nourriture ou des revenus. L'agriculteur n'utilisera donc l'engrais vert que si ce dernier entraîne une considérable augmentation du rendement des récoltes suivantes qui compense largement les per-

tes. Le degré d'augmentation du rendement dépend de la situation, il faut donc procéder à des essais sur le terrain par région. Il est important de se rappeler que les engrais verts font faire des économies en remplaçant les engrais chimiques et évitent ensuite une perte de fertilité du sol (et donc de revenus) à long terme, en empêchant l'érosion. Ces avantages ne sont pas toujours directement apparents. Le paillis représente une bonne solution dans les zones subhumides parce qu'il ne rivalise pas pour l'eau avec la culture principale. On utilise aussi souvent la technique des cultures associées qui permet une meilleure utilisation de l'eau et des substances nutritives, empêche l'érosion et permet d'étaler le risque d'une mauvaise récolte.

Dans les zones de savane semi-arides et sèches, où la saison des pluies est très courte, l'eau est le facteur contraignant le plus important. L'érosion éolienne et hydrique représente un danger sérieux. Le paillis revêt une grande importance dans ces régions parce qu'il augmente le niveau d'humidité du sol en améliorant l'infiltration des eaux et en empêchant la déshydratation du sol. Le problème dans ces régions est de trouver suffisamment de matière organique pour servir de paillis. On utilise surtout la technique des cultures associées pour étaler les risques. Les rendements totaux des différentes cultures ne sont pas toujours plus élevés que ceux de la monoculture dans la même zone. En effet, à cause du manque d'eau, les plantes poussant en cultures associées ne peuvent pas être cultivées plus près les unes des autres que celles de la monoculture. Les engrais verts ne conviennent pas aux zones sèches du fait de leur besoin trop grand en eau.

Dans les zones montagneuses, il est important d'empêcher l'érosion provoquée par le ruissellement de l'eau. Il faut donc absolument que le sol reste couvert le plus possible. Dans les zones où les précipitations sont suffisantes, on peut utiliser des engrais verts et des cultures associées, mais dans les zones plus sèches, le paillage est une meilleure solution.

## 3 Le paillage

Définition: le paillage consiste à couvrir le sol de matière organique, comme par exemple des résidus de plantes, de la paille ou des feuilles, ou avec d'autres matériaux: du plastique ou des graviers.

L'objectif du paillage est:

- l'amélioration de l'infiltration;
- la protection du sol de l'érosion hydrique et éolienne et de la déshydratation;
- la prévention de températures élevées du sol;
- l'augmentation du niveau d'humidité dans le sol;

et, s'il s'agit de paillage avec de la matière organique:

- l'augmentation ou la conservation du niveau de matière organique dans le sol;
- une meilleure utilisation des substances nutritives contenues dans les engrais chimiques;
- une stimulation des organismes du sol.

### 3.1 Les avantages du paillage

- En couvrant le sol d'une couche de paillis on empêche la formation d'une croûte à sa surface. Cela permet à l'eau de pluie de s'infiltrer, et réduit donc l'érosion hydrique. De plus, la couche de paillis empêche les vents violents d'emporter avec eux les particules du sol, elle réduit donc l'érosion éolienne.
- La couche de paillis prévient la déshydratation du sol. En combinaison avec l'augmentation de l'infiltration, cela permet de maintenir dans le sol une teneur en humidité supérieure à celle des sols dépourvus de couche de paillis. Grâce au paillage, les plantes souffriront donc moins vite du manque d'eau pendant la saison sèche.































































































































































