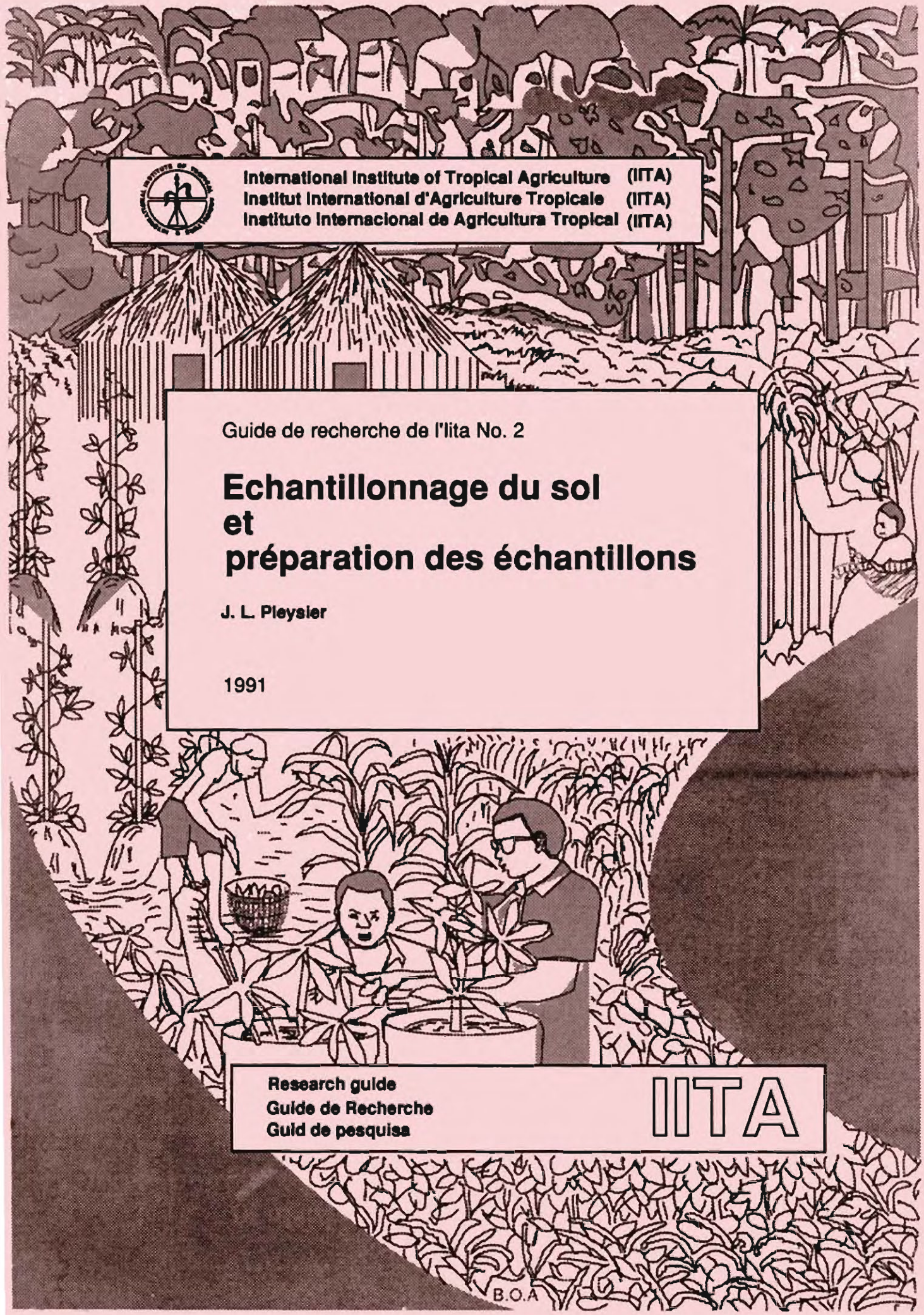


International Institute of Tropical Agriculture (IITA)
Institut International d'Agriculture Tropicale (IITA)
Instituto Internacional de Agricultura Tropical (IITA)

Guide de recherche de l'Iita No. 2

Echantillonnage du sol et préparation des échantillons

J. L. Pleysier

1991

Research guide
Guide de Recherche
Guid de pesquisa

IITA

Guide de recherche de l'Iita No. 2

Echantillonnage du sol et préparation des échantillons

J.L. Pleysier

1991

Institut international d'agriculture tropicale
PMB 5320
Ibadan, Nigéria

Tel.: 400300 - 318
Câble: TROPFOUND Ikeja
Tlx: 31417 + 31159 TROPIB NG

Guides de recherche de l'Iita

Les guides de recherche de l'Iita peuvent servir pour la recherche aussi bien que pour la formation. Ils sont périodiquement mis à jour afin de refléter l'évolution de la recherche scientifique.

L'IITA autorise la reproduction de ce document à des fins non lucratives. Pour toute reproduction de nature commerciale, contacter le Service des Publications de l'Iita.

Pleysier, J.L. 1990. Echantillonnage du sol et préparation des échantillons. Guide de recherche de l'Iita No. 2. Institut international d'agriculture tropicale (Iita), Ibadan, Nigéria. 27 p.

Echantillonnage du sol et préparation des échantillons

Objectif. Ce guide a pour objectif de vous permettre de:

- expliquer la variabilité du sol;
- déterminer le nombre d'échantillons nécessaires;
- prélever des échantillons de sol selon quatre plans d'échantillonnage;
- éviter les erreurs d'échantillonnage
- utiliser le sous-échantillonnage et l'échantillonnage composite;
- prélever des échantillons de sol et de les préparer pour l'analyse.

Matériel nécessaire

- Echantillons ou photographies (diapositives couleur) des profiles de sol.
- Photographies de la variation topographique.
- Echantillons de sol.
- Outils de préparation des échantillons.

Travaux pratiques

- Démontrer la variabilité du sol sur le terrain.
- Pratiquer l'échantillonnage en suivant les instructions indiquées dans les sections 3 à 5.
- Calculer le nombre d'échantillons requis.
- Former des échantillons composites.
- Prélever des échantillons de sol et les préparer pour l'analyse.

Questionnaire

1 Sur quoi repose la méthode d'échantillonnage du sol?
2 Comment la vie végétale affecte-t-elle les conditions pédologiques?
3 Quels sont les facteurs qui influent sur l'homogénéité du sol?
4 De quel facteur dépend l'intensité d'échantillonnage du sol?
5 A quoi est dû le nombre trop élevé d'erreurs que présentent parfois les données de laboratoire?
6 Quelle est la première étape dans le prélèvement des échantillons de sol?
7 Quels sont les paramètres dont dépend le nombre d'échantillons requis?
8 Décrire l'échantillonnage subjectif.
9 Pour quelles raisons choisit-on un échantillonnage aléatoire statistique?
10 Décrire les différentes étapes de l'échantillonnage aléatoire simple.
11 Quel est l'avantage de l'échantillonnage systématique?
12 Dans quelles conditions l'échantillonnage systématique est-il efficace?
13 Comment pouvez-vous surmonter les erreurs dans l'échantillonnage systématique?
14 Comment pouvez-vous éliminer les erreurs de sélection?
15 Décrire les différentes étapes de la préparation des échantillons.

Echantillonnage du sol et préparation des échantillons

1 Nature de la variation du sol
2 Nombre d'échantillons requis
3 Echantillonnage subjectif
4 Echantillonnage aléatoire simple
5 Echantillonnage aléatoire stratifié
6 Echantillonnage systématique
7 Sources d'erreurs
8 Sous-échantillonnage et échantillonnage composite
9 Outils, période et profondeur d'échantillonnage, et préparation de l'échantillon
10 Bibliographie

Résumé. La méthode d'échantillonnage du sol choisie dépend des raisons qui motivent l'analyse du sol. Le sol ne forme pas une masse homogène. La vie végétale, la topographie, les pratiques agronomiques, etc. affectent l'uniformité du sol. L'exactitude des données de l'analyse du sol est fonction de la précision avec laquelle les échantillons sont prélevés.

1 Nature de la variation du sol

L'analyse d'un sol spécifique suppose un échantillon représentatif. Si cela paraît évident pour de nombreux scientifiques ou chercheurs, cela ne l'est pas aux yeux de la personne consciente de la complexité des sols. Un sol n'est pas simplement un mélange varié de minéraux, déposé uniformément; c'est un milieu vivant complexe, de nature très hétérogène.

La démarche adoptée pour l'échantillonnage sera fonction des analyses ultérieures. Par exemple, si le chercheur s'intéresse à la fertilité du sol, il devra prélever l'échantillon à une profondeur correspondant à la rhizosphère. Mais l'approche sera toute différente si les analyses pédologiques sont faites à des fins cartographiques. D'autres paramètres seront alors pris en considération tels que la texture, la couleur et l'épaisseur de chaque couche de sol ou horizon.

Les démarches seront différentes si le sol est analysé à des fins non agricoles. Les paramètres tels que le tassement, la capacité portante, la résistance au cisaillement et l'infiltration seront alors examinés.

Le sol n'est pas une masse homogène. Il existe des différences même entre les sols qui appartiennent à une même série. Avant d'échantillonner un sol, on devrait se familiariser avec la série en question en consultant les ouvrages qui s'y rapportent.

Bien que plusieurs facteurs sont à l'origine de la variabilité des sols, certains ont plus d'influence que d'autres et par conséquent méritent d'être mentionnés. Très souvent on peut associer les différences au type de végétation présent sur le sol étudié et surtout au système de culture.

Le type de végétation qui recouvre un terrain donné affectera celui-ci de différentes façons. La composition du sol peut être modifiée suite à l'incorporation de résidus végétaux. Ce phénomène s'observe souvent après la récolte. On observe également des changements au niveau de sa structure. Par ailleurs, il est établi que le feuillage de la culture ainsi que son système racinaire non seulement protègent efficacement le sol contre les méfaits des précipitations ou des températures excessives, mais diminuent en outre sa sensibilité à l'érosion et au lessivage.

La topographie est aussi à l'origine de certains phénomènes pédologiques. Par exemple, à cause de l'érosion, la couche superficielle et riche du sol est souvent arrachées des collines et des crêtes et déposée avec l'argile dans les zones plus basses.

Outre les variations au niveau de la végétation et de la topographie, les pratiques culturales et le travail du sol peuvent avoir un effet sur l'uniformité du sol. La répartition des éléments nutritifs, et par conséquent la composition du sol, seront différentes pour un sol labouré en profondeur et un sol pour lequel on s'est contenté d'un travail minimum ou d'un non-travail. Si les échantillons sont prélevés sur des sols peu ou pas travaillés, la profondeur de prélèvement sera différente de celle d'un sol travaillé.

Quels que soient les facteurs responsables de la variabilité des sols (végétation, topographie, cultures, labour, ou une combinaison de ces quatre facteurs), ils influencent tous l'intensité d'échantillonnage du sol. Plus le sol est hétérogène, plus il faudra prélever d'échantillons pour atteindre une précision donnée.

On ne dira jamais assez qu'une analyse de sol n'est que le reflet de la qualité de l'échantillon utilisé. Très souvent, on accuse le laboratoire de faire des erreurs d'analyse alors que les erreurs existent au départ, dès l'échantillonnage.

Lors d'un prélèvement d'échantillons, la première étape consiste à faire un plan détaillé de la technique d'échantillonnage. Il comportera des instructions précises quant à la profondeur de prélèvement, la taille et le nombre d'échantillons requis pour une bonne précision d'analyse. La section 2 de ce document décrit le mode de détermination du nombre d'échantillons requis.

Après avoir expliqué cette méthode, nous avons décrit quatre types d'échantillonnage sous les chapitres suivants:

- échantillonnage au jugé,
- échantillonnage aléatoire simple,
- échantillonnage aléatoire stratifié,
- échantillonnage systématique.

2 Nombre d'échantillons requis

Suivant l'objectif visé par l'étude pédologique, il peut s'avérer important de choisir un nombre d'échantillons exact du point de vue statistique et qui soit représentatif de la zone étudiée. La détermination du nombre d'échantillons requis est fonction des évaluations de la moyenne ($\bar{Y}$) et de la variance ($V(\bar{Y})$ de la moyenne, obtenues grâce à l'équation suivante:

$$\bar{Y} = \Sigma y_i / n$$

$$V(\bar{Y}) = \Sigma (y_i - \bar{Y})^2 / n (n - 1) = s^2 / n$$

Y_i est la valeur obtenue pour l'unité d'échantillonnage et n représente le nombre d'unités d'échantillonnage constituant l'échantillon. Si plus de 10% de la population sont repris dans l'échantillon, il faudra ajuster l'appréciation de la variance de la moyenne. S est l'écart-type.

Les limites de confiance (L) peuvent à présent être calculées grâce à l'équation suivante:

$$L = \bar{Y} \pm t_a(s^2 / n)^{1/2}$$

t a = t de student avec n-1 degrés de liberté pour un niveau de probabilité de a et s^2/n comme précédemment défini.

S'il existe une évaluation de la variance ou de l'écart-type ou si elle peut être calculée à partir de le population, on peut alors déterminer combien d'échantillons seront nécessaires à l'obtention d'une précision donnée en utilisant l'équation suivante:

$$n = t_a^2 \cdot s^2 / D^2$$

avec D = limite donnée (précision).

Exemple: Combien d'échantillons devez-vous prélever dans un champ donné afin d'estimer le bilan moyen en potassium à ± 5 ppm (D), et avec une probabilité de 95 %?

Supposez que 10 prélèvements préliminaires de carottes ont été effectués et analysés pour le K échangeable:

prélèvements de carottes	ppm K	$y_i - \bar{Y}$	$(y_i - \bar{Y})^2$
1	59	2	4
2	47	-10	100
3	58	1	1
4	80	23	529
5	57	0	0
6	62	5	25
7	52	-5	25
8	50	-7	49
9	47	-10	100
10	58	1	1
	$\bar{Y}$ = 57		Σ = 834

t_a pour n - 1 (= 9) d.f. = 2,262; voir le tableau des valeurs t dans des ouvrages sur la statistique.

$$s^2 = \Sigma (y_i - \bar{y})^2 / (n - 1) = 834 / 9 = 92,7$$

$$D^2 = 5^2 = 25$$

$$n = t_a^2 \cdot s^2 / D = (2,262)^2 \cdot 92,7 / 25 = 18,9$$

Résultat: Il vous faut 19 (18,9) échantillons pour estimer le bilan moyen en potassium à ± 5 ppm (D) et avec une probabilité de 95 %.

Ainsi, les limites de confiance de 95 % (L) peuvent être calculées comme suit:

$$L = 57 \pm 2,262 \ (92,7 / 10)^{1/2} = 57 \pm 6,9$$

Avec une limite de confiance de 95 %, nous pouvons dire que le bilan moyen réel en potassium du champ se situe entre 50,1 et 63,9 ppm K.

3 Echantillonnage au jugé

Très souvent, on demande conseil à un scientifique, un chercheur ou un directeur d'exploitation lorsqu'une culture présente un mode de développement particulier ou lorsque la surface d'un sol révèle une certaine hétérogénéité. Ainsi une coloration différente peut être attribuée à plusieurs facteurs. Le chercheur appréciera les différences observées. Par exemple, il jugera peut-être qu'une nuance donnée est caractéristique de certains sites d'où on prélèvera ensuite des échantillons. La précision des échantillons sera entièrement fonction du jugement personnel du chercheur, qui peut être bon ou mauvais.

Certains scientifiques ont tendance à suréchantillonner car ils prélèvent le plus grand nombre possible d'échantillons représentatifs des extrêmes, tandis que d'autres au contraire, en excluant ces extrêmes n'obtiendront pas un échantillon représentatif. Dans les deux cas, la précision des résultats dépend du jugement de la personnne qui échantillonne.

On pourrait conclure qu'il convient d'éviter l'échantillonnage subjectif. Toutefois, tel n'est pas le cas. Dans certaines situations, les échantillons basés sur le jugement personnel peuvent être suffisamment précis. Par exemple, l'échantillonnage au jugé peut s'avérer satisfaisant lorsque la surface du site à échantillonner est réduite et qu'on ne demande pas une grande précision. Cependant, plus le site à échantillonner est vaste, plus l'erreur sera grande car la sélection de points de prélèvement s'avère plus difficile et requiert davantage de temps.

4 Echantillonnage aléatoire simple

L'échantillonnage aléatoire simple est une méthode plus précise car basée sur le hasard statistique. Le dégré de subjectivité est moindre que dans le cas de l'échantillonnage au jugé. Ceci ne veut pas dire pour autant qu'il s'agit de la "meilleure" méthode. On utilise l'échantillonnage au jugé là où il existe des différences apparentes au niveau du sol ou des systèmes de culture et lorsque l'étude vise un endroit précis du champ. On a recours à l'échantillonnage aléatoire quand les différences du sol au niveau de la couleur, de la texture etc. ne sont pas perceptibles et lorsque la sélection d'échantillons représentatifs devient plus ardue.

L'échantillonnage aléatoire simple pourrait être utilisé par exemple pour prélever un échantillon sur une petite parcelle expérimentale où un niveau de précision très élevé est requis. Dans ce cas, pour qu'un échantillon soit représentatif de toute la parcelle, il faudra autant que possible éviter toute subjectivité.

Les étapes suivantes sont nécessaires à l'application de cette méthode:

- faire une carte ou un schéma de la zone qui doit être échantillonnée.

- Choisir une échelle: s'il s'agit d'un champ vaste, vous pouvez prendre 1 cm pour 100 m ou 1 cm pour 1 m si le champ est de petite taille. (Les unités peuvent être des pieds, des pas, des yards, etc.)

- Prendre un coin de la carte à partir duquel vous tirez deux droites sécantes perpandiculaires (Figure 1). Ces droites peuvent être de longueur différente. Chaque droite devra être prolongée du point d'intersection jusqu'au point extrême du champ. Il faut surtout prendre soin de couvrir le maximum de surface possible en utilisant deux droites sécantes. Ces droites sont généralement appelées "axes".

- En utilisant les unités que vous avez choisies pour la carte, déterminez la longueur des deux axes. (Exemple: un axe mesure 28 cm et l'autre 45 cm).

- Découpez des morceaux de papier et inscrivez y des nombres allant de 1 au nombre le plus élevé d'unités sur l'un ou l'autre des axes (Exemple: nombres de 1 à 45). Mettez-les dans une boîte et mélangez bien.

- Tirez sans regarder un nombre entre 1 et 45 (par exemple le 27). Remettez le nombre tiré dans la boîte et tirez un deuxième nombre entre 1 et 28 (par exemple le15).

- Portez le point représenté par le premier nombre sur son axe et l'autre nombre sur le second axe. Ces deux points sont appelés "coordonnées".

- Marquez le point d'intersection des coordonnées sur le terrain (voir figure 1). C'est là le point approximatif de prélèvement.

- Tracez deux nouveaux axes, perpandiculaires, parallèles aux premiers en partant du point que vous venez de marquer.

- Mesurez approximativement la largeur de votre instrument d'échantillonnage; (si, par exemple, vous utilisez une tarière, elle peut avoir un diamètre de 5 cm).

- Divisez l'unité de mesure choisie pour le terrain par le diamètre de l'outil d'échantillonnage. (A titre d'exemple, nous prenons 1 m, soit 100 cm; 100 cm / 5 cm = 20).

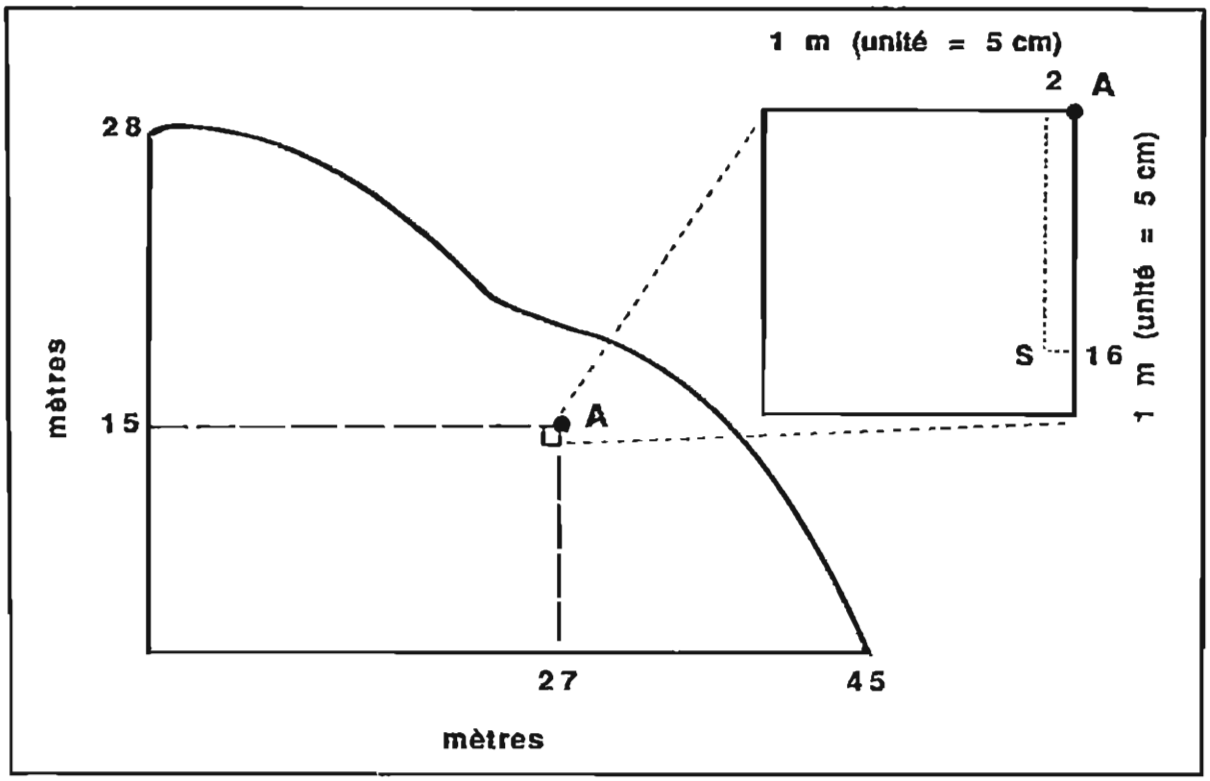
- Mettez dans une boîte des morceaux de papier numérotés de 1 au nombre que vous venez de calculer et mélangez. (Exemple: morceaux de papier numérotés de 1 à 20).

- Tirez deux morceaux de papiers. Vous avez là vos nouvelles coordonnées (exemple: 2 et 16).

- Cherchez sur le terrain l'endroit correspondant à l'intersection des coordonnées. C'est là où l'échantillon doit être prélevé (figure 1).

- En utilisant les unités choisies pour le champ, effectuez toutes ces mesures sur le terrain comme nous l'avons fait sur le papier et prélevez votre échantillon à l'aide de votre outil.

Figure 1. Echantillonnage aléatoire

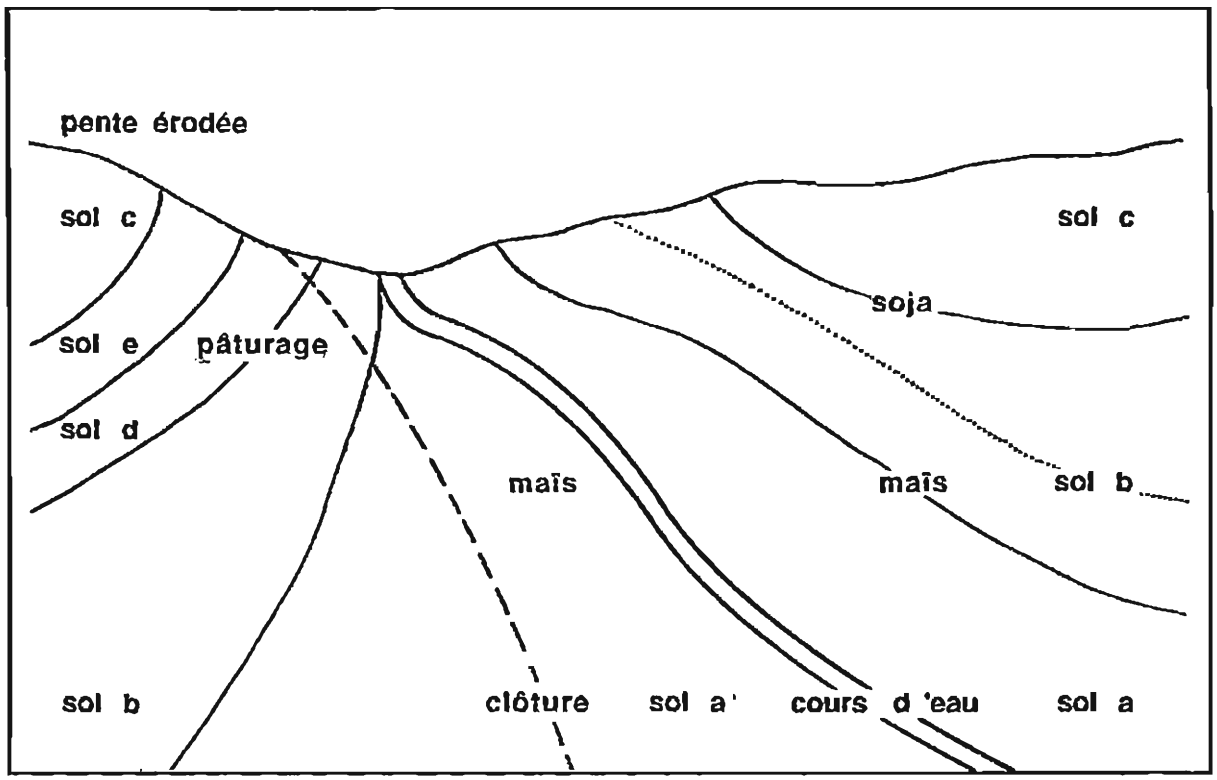


5 Echantillonnage stratifié aléatoire

Les champs et les exploitations doivent être échantillonnés sur la base de l'uniformité du terrain. Différents antécédents culturaux requièrent des échantillons séparés, même pour un même type de sol. Les sols érodés ou à faible potentiel de rendement doivent être échantillonnés et évalués séparément. Il faut prélever des échantillons pour chaque type de sol et chaque succession culturale (figure 2).

Dans le cas de l'échantillonnage stratifié aléatoire, la population est divisée en sous-populations (strates). Il peut s'agir d'une colline, d'une crête, de dépressions ou d'une zone nivelée. De chaque sous-population, on prélève un échantillon au hasard.

Figure 2. Stratification des sols (Smith 1976, modifié).



Le scientifique ou chercheur aura à choisir cette méthode d'échantillonnage pour deux raisons:

- tirer des conclusions au niveau des sous-populations et
- augmenter la précision des évaluations obtenues pour la population globale.

Le premier cas pourrait se présenter comme une étude séparée où l'on examine les différentes conditions.

La deuxième raison se justifie du point de vue de la conception de l'échantillonnage et des analyses à effectuer.

Comme l'échantillonnage stratifié aléatoire est utilisé en raison de sa précision, la stratification devrait permettre d'éliminer certaines variations dues aux erreurs d'échantillonnage. En règle générale, plus la stratification est bien définie, plus grande sera la précision.

Pour évaluer l'erreur d'échantillonnage pour chaque strate, il faut au minimum deux échantillons. Par ailleurs, si la taille de la strate est suffisamment réduite, l'évaluation de l'erreur sera plus précise.

Finalement, il est important de bien se rappeler que l'échantillonnage de chaque strate doit être proportionnel à l'importance de la strate par rapport à la surface totale échantillonnée. Si la strate représente 20 % de l'ensemble, le nombre d'échantillons qu'on y prélèvera sera donc de 20 %.

6 Echantillonnage systématique

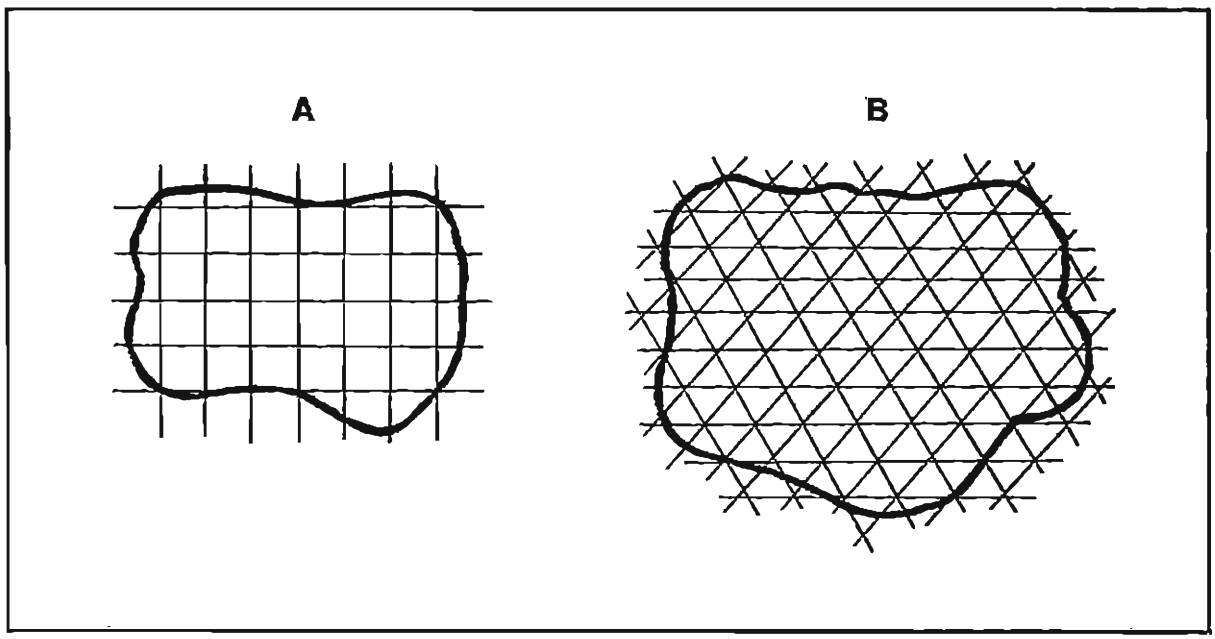
Autant l'échantillonnage stratifié aléatoire constitue un progrès en termes de représentativité des résultats obtenus pour une population donnée, autant l'échantillonnage systématique améliore encore cette représentativité. En plus de sa précision, il est relativement facile à utiliser et nombreux sont les chercheurs qui l'ont adopté comme méthode de travail.

Les échantillons systématiques sont prélevés à partir d'unités équidistantes, à une ou deux dimensions, formant une grille. La première unité est choisie au hasard et les échantillons suivants sont prélevés à intervalles réguliers.

La figure 3a se compose d'unités délimitées par deux ensembles de droites parallèles équidistantes se coupant à angle droit.

La figure 3b se compose de lignes parallèles équidistantes, formant un angle de 60 degrés avec l'horizontale. Les triangles sont obtenus en reliant les intersections par des droites horizontales.

Figure 3: Modèles de grilles utilisés pour l'échantillonnage systématique.



Bien que l'échantillonnage systématique sur la base d'une grille permet, d'une manière générale, d'obtenir des échantillons précis, il se révèle inefficace dans certaines conditions. Madow (1944) a prouvé que c'est le cas chaque fois que l'on se trouve en présence d'un gradient de fertilité sur la largeur ou la longueur d'un champ. Pour cette raison, les dispositifs systématiques ne peuvent être utilisés pour les terrains en pente ou ayant un problème de drainage si l'on ne tient pas compte au préalable du type de distribution de la population.

L'un des principaux problèmes posés par l'échantillonnage systématique est l'évaluation de l'erreur d'échantillonnage. Plusieurs méthodes peuvent être utilisées pour surmonter ce problème:

1 Supposez que la population est déjà en ordre randomisé avant que l'échantillonnage systématique ne soit appliqué et évaluez l'erreur d'échantillonnage comme s'il s'agissait d'un échantillonnage aléatoire simple.

2 Divisez votre terrain à échantillonner en blocs ou en strates en considérant que les variations entre les unités d'un même bloc correspondent aux variations de l'échantillon. Evaluez ensuite l'erreur d'échantillonnage comme dans le cas de l'échantillonnage stratifié aléatoire.

3 Prenez un certain nombre d'échantillons systématiques choisis au hasard à partir de l'ensemble des échantillons systématiques possibles de même type, puis calculez la moyenne et continuez comme s'il s'agissait d'un échantillon simple.

7 Sources d'erreurs

Lorsque les scientifiques ou les chercheurs prélèvent des échantillons de sol pour des analyses au laboratoire, des erreurs peuvent subvenir à différents niveaux. Ces erreurs peuvent être classées en trois grandes catégories:

- les erreurs d'échantillonnage,
- les erreurs de sélection,
- les erreurs de mesure.

Erreurs d'échantillonnage. On ne pourrait se débarasser des erreurs d'échantillonnage qu'en échantillonnant la totalité du champ. Il s'agit bien entendu d'une tâche impossible. La notion même d'échantillonnage impliquant l'idée de prélever une partie seulement, on peut réduire les erreurs d'échantillonnage par une sélection minutieuse. Toutefois, on ne peut jamais atteindre la perfection.

Erreurs de sélection. Des erreurs de sélection interviennent lorsque, pressé de faire un bon travail, vous suréchantillonnez les bordures d'un champ. Des erreurs de sélection peuvent également se produire dans le cas d'échantillonnage dans une zone rocailleuse. Pour surmonter ce problème, il existe deux possibilités. Premièrement, les erreurs peuvent s'annuler mutuellement, comme c'est souvent le cas. Deuxièmement, on peut utiliser la méthode en deux étapes mentionnée dans le cadre de l'échantillonnage aléatoire simple.

Erreurs de mesure. Les erreurs de mesure interviennent lorsque la valeur mesurée lors de la prise de mesure ne correspond pas à la valeur réelle de l'unité. L'erreur aléatoire en est un exemple. Elle se produit lorsque l'on attribue un poids constant aux carottes de sol alors qu'elles ont un poids variable.

Des variations au niveau des techniques d'analyse peuvent également entraîner certaines erreurs. Heureusement, les erreurs aléatoires de mesure ont tendance à s'annuler mutuellemnent lorsque la taille de l'échantillon augmente.

Un deuxième type d'erreur, indépendant de la taille de l'échantillon, est dû à l'infiltration de facteurs subjectifs lorsqu'on ne tient pas compte du poids des récipients utilisés pour les pesées (tare) ou lorsque la courbe d'étalonnage ne correspond pas à la courbe réelle.

8 Sous-échantillonnage et échantillonnage composite

Sous-échantillonnage. Il est souvent avantageux pour l'analyse de différents types de sol d'avoir recours au sous-échantillonnage ou à l'échantillonnage à plusieurs degrés. Dans ce cas, un échantillon est divisé en petites portions. Un deuxième échantillon est alors choisi à partir de ces portions et analysé en fonction des caractéristiques à l'étude. Très souvent, on utilise ce type d'échantillonnage pour l'analyse de la densité apparente des carottes de sol. Elle permet de gagner à la fois du temps et de l'argent.

Echantillonnage composite. On peut aussi gagner du temps et de l'argent au niveau des analyses de laboratoire en utilisant un échantillon composite plutôt que plusieurs échantillons individuels. Pour cela, il faut tout d'abord prélever sur le terrain suffisamment d'échantillons de même taille, représentatifs d'une population. Ces derniers sont mélangés pour former un échantillon composite. L'analyse au laboratoire se fait donc sur la base de cet échantillon composite ou d'un sous-échantillon de celui-ci.

9 Outils, période et profondeur d'échantillonnage, et préparation de l'échantillon

Un outil d'échantillonnage doit fournir un échantillon:

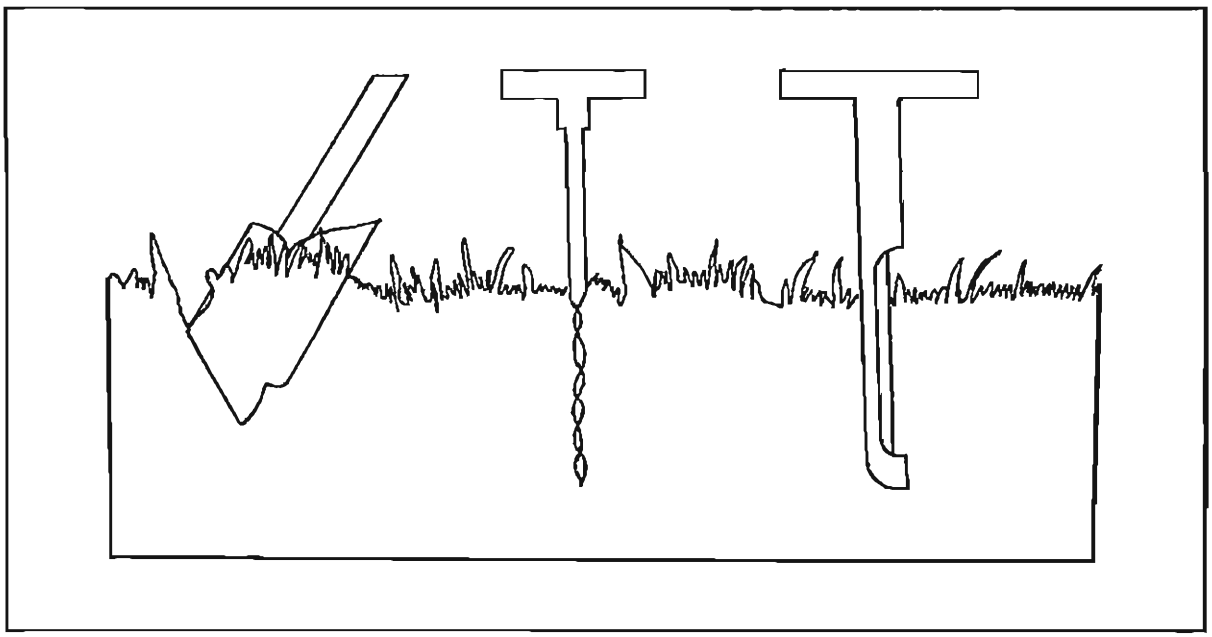
- qui n'est pas contaminé,
- dont le profil est plus ou moins uniforme à la profondeur requise,
- et qui soit reproductible.

Les carottes effilées ou les tranches de sol peuvent biaiser les résultats de l'analyse lorsque les variations systématiques liées à la profondeur sont très prononcées.

On utilise généralement trois types d'outils d'échantillonnage (figure 4):

- des lames : truelle, bêche, pelle, cuillère, couteaux, coutelas;
- des tubes : tubes ouverts ou fermés;
- des tarières: mèche à bois, de clôture, gainée.

Figure 4. Lames, tubes et tarières.



Afin de permettre des comparaisons dans le temps, il faut prélever les échantillons à peu près au même moment de l'année (par exemple avant le semis). Les autres facteurs à prendre en considération sont les conditions climatiques, les cultures, les traitements, les variations saisonnières, etc.

La profondeur d'échantillonnage est fonction de l'objectif visé. Par exemple, pour évaluer la fertilité du sol dans le cas des cultures annuelles, il faut généralement échantillonner à une profondeur de 0 à15 cm ou 0 à 20 cm. Pour les cultures pérennes, (par exemple, les ligneux), il faut prélever l'échantillon plus en profondeur car souvent, les racines atteignent des profondeurs plus importantes.

Avant l'analyse au laboratoire, les échantillons de sol prélevés sur le terrain doivent être préparés.

La première étape est le séchage à l'air ambiant. Les grosses mottes de terre seront écrasées pour faciliter le séchage. Il n'est pas recommandé de sécher à des températures élevées. Pendant le séchage à l'air, il convient d'éviter toute contamination (par la poussière, l'ammoniac, les gaz, la pluie, etc.)

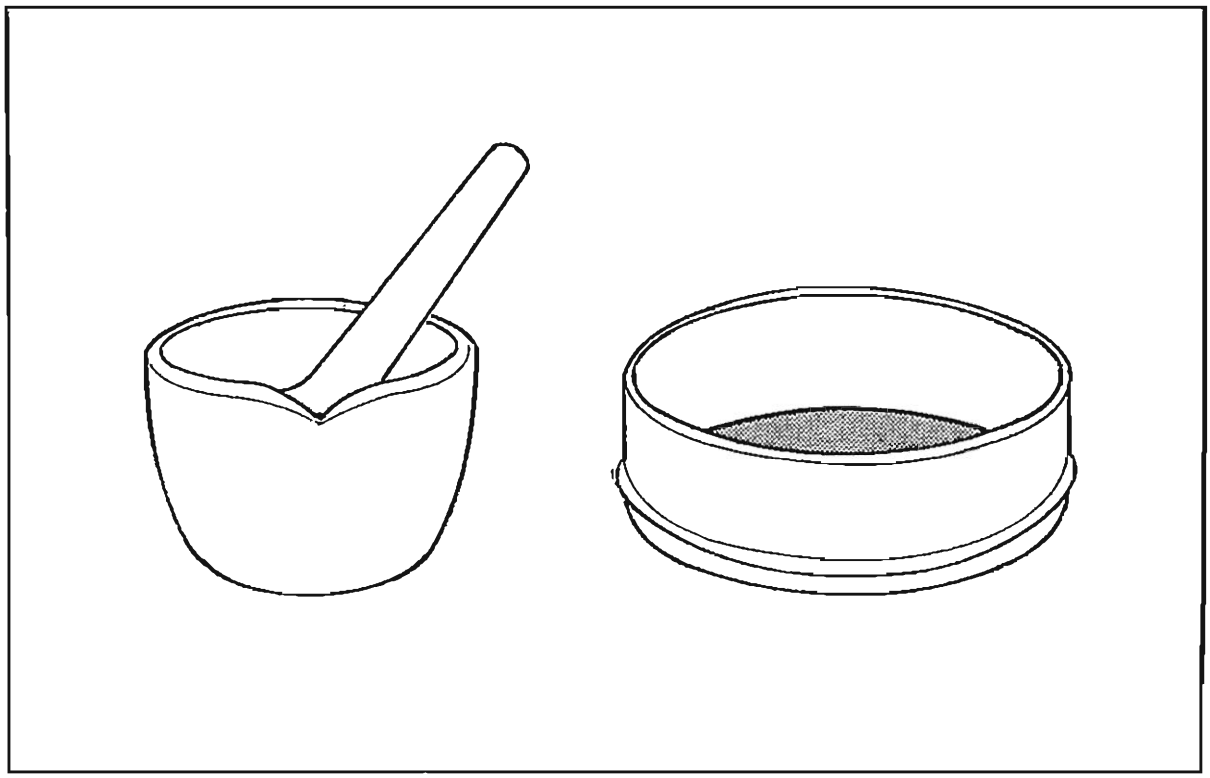
Après le séchage qui dure habituellement une semaine, l'échantillon doit être broyé dans un mortier à l'aide d'un pilon recouvert de caoutchouc ou de porcelaine (figure 5). Le mortier est généralement en porcelaine.

L'erreur de sous-échantillonnage est une fonction du rapport entre le poids moyen des plus grosses particules et le poids du sous-échantillon. Si le sous-échantillon à analyser est de taille réduite (c'est-à-dire pour l'analyse de l'azote total et du carbone organique), l'échantillon doit être réduit en poudre fine (grains inférieurs à 0,5 mm).

Après broyage et/ou pulvérisation, la terre est passée au tamis de 2 mm fait de cuivre d'acier inoxydable ou de plastique. Le tamis en plastique est utilisé pour l'analyse des oligo-éléments.

Après tamisage, les échantillons sont entièrement mélangés et stockés dans des récipients propres (sacs en polyéthylène ou bouteilles) fermés et étiquetés.

Figure 5. Mortier, pilon, tamis.



10 Bibliographie

Black C.A. et al. (eds.) 1965. Methods of soil analysis. Part 1. Physical and mineralogical properties, including statistics of measurement and sampling. Monograph no. 9. American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin, USA. 770 p. plus Subject Index.

Madow, W.G.; Madow, L.H. 1944. On the theory of systematic sampling: I. Ann. Math. Statist. 15: 1-24.

Peterson, R.G.; Calvin, L.D. 1965. Sampling. p. 54-71. In: Black et al. (eds). Methods of soil analysis. Part 1. Physical and mineralogical properties, including statistics of measurement and sampling. Monograph No. 9. American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin, USA. 770 p. plus Subject Index.

Pleysier, J.L. 1990. Planning and managing laboratories for soil and plant analyses. IITA Research Guide. International Institute of Tropical Agriculture (IITA), Ibadan, Nigeria. In preparation

Pleysier, J.L. 1990. Laboratory equipment for soil and plant analyses. IITA Research Guide. International Institute of Tropical Agriculture (IITA), Ibadan, Nigeria. In preparation.

Tel, D.A.; Hagarty, M. (eds.) 1984. Analyse des sols et végétaux. Institut International d'Agriculture Tropicale (IITA), Ibadan, Nigéria; et Université de Guelph, Guelph, Ontario, Canada. 292 p.

Walsh, L.M.; Beaton J.D. (eds.) 1973. Soil testing and plant analysis. Madison, WI, USA. 491 p.

Rédaction (en anglais)	David King, Université d'Arkansas Kate Adisa, Iita
Texte	Kehinde Jaiyeoba, Iita
Dessins	Benedict Adedipe, Iita Chiweta Onianwa, Iita
Mise en page	Julie Adegboye, Iita
Traduction de l'anglais	Oscar Hounvou, Iita
Coordination	Rainer Zachmann, Iita

Programme de la formation, Institut international d'agriculture tropicale
Janvier 1991 500 copies

International Institute of Tropical Agriculture (IITA)
Institut International d'Agriculture Tropicale (IITA)
Instituto Internacional de Agricultura Tropical (IITA)

The International Institute of Tropical Agriculture (IITA) is one of 13 nonprofit, international agricultural research centers supported by the Consultative Group for International Agricultural Research (CGIAR), an association of about 50 countries, international and regional organizations and private foundations. The goal of IITA is to increase the production of key food crops and to develop sustainable agricultural systems for the humid and subhumid tropics of Africa. Crop improvement programs focus on cassava, cowpea, maize, plantain, soybean, and yam. The national agricultural research systems and IITA, primarily through the International Cooperation Program, collaborate in the adaptation of research findings. This program organizes training, information and germplasm exchange activities, among others.

L' Institut international d'agriculture tropicale (Iita) est l'un des 13 centres internationaux de recherche agricole à but non lucratif, financés par le Groupe Consultatif pour la Recherche Agricole Internationale (GCRAI), une association regroupant quelques 50 pays, organisations internationales et régionales et fondations privées. L'Iita a pour objectif d'accroître la productivité des principales cultures vivrières et d'élaborer des systèmes de production durables dans les zones tropicales humides et semi-humides d'Afrique. Les programmes d'amélioration des cultures travaillent sur le manioc, le niébé, le maïs, le plantain, le soja et l'igname. Les systèmes nationaux de recherche agricole et l'Iita collaborent, surtout par le biais du Programme de Coopération Internationale, pour l'adaptation des résultats de le recherche au niveau des différents pays de la région. Ce programme arrange, entre autres, la formation, l' information et l'échange de matériel génétique.

O Instituto Internacional de Agricultura Tropical (IITA) é um dos 13 centros internacionais de investigação agrícola sem fins lucrativos, apoiados pelo Grupo Consultivo para Investigação Agrícola Internacional (GCIAI), uma associação de cerca de 50 paises, organizações internacionais e regionais e fundações privadas. A meta do IITA é aumentar a produção de culturas alimentares básicas e desenvolver sistemas de produção estáveis para os trópicos úmidos e subúmidos da Africa. Os programas de investigação enfocam mandioca, caupi, milho, banana, soja, e inhame. Os sistemas nacionais de investigação agrícola e o IITA colaboram na adaptação dos resultados de pesquisa, especialmente através do Programa de Cooperação Internacional. Este programa inclui, entre outras, actividades de treinamento, informação e intercâmbio de germoplasma.