

Arriere effet de l'érosion. Effets des fumures organiques et minérales sur la réhabilitation des sols acides des hauts plateaux du Burundi.

RISHIRUMUHIRWA Théodomir * et ROOSE Eric **

* Pédologue, EPFL, DGR/IATE-Pédologie, Ecublens, CH 1015, Lausanne, Suisse.

** Dir. Rech. en Pédologie, LCSC, Centre ORSTOM, BP 5045, 34032, Montpellier, France.

Résumé

La majorité des sols du Burundi sont ferrallitiques, acides, très désaturés, carencés en phosphore et très peu productifs. Par ailleurs, la densité de population est très élevée (250 à >800 habit./km²) : doublant tous les 25 ans, la population est obligée de cultiver des pentes dépassant parfois 40%. L'érosion y est très importante : 200 à 500 t/ha/an selon la pente, les pluies et le couvert végétal (Rishirumuhirwa, 1997). Dans ce contexte les agriculteurs ont développé des systèmes de production basés sur la concentration de la matière organique sur la bananeraie et les cultures associées autour des cases.

Une étude sur l'érosion en fonction de la densité de plantation des bananiers sur 6 parcelles d'érosion (300 m²) a été menée à la station IRAZ de Mashitsi sur le plateau central du Burundi, vers 1650 m d'altitude. Sur ces parcelles la pluviosité varie autour de 1100 mm et la pente autour de 8%. Les premiers résultats ont montré que l'érosion cumulée sur 3 ans varie de 0.1 t/ha sous bananeraie paillée à 58 t/ha sous bananeraie peu dense et 154 t/ha sur sol nu.

La 4^{ème} année on y a implanté du maïs comme indicateur de la capacité de production des sols érodés. On a soumis chaque parcelle à 4 sous-traitements : T0 = témoin sans apport montrant l'arrière effet de l'érosion, T1 = apport de 20 t/ha de fumier frais pour réhabiliter le sol érodé depuis 3 ans, T2 = Idem + apport minéral complémentaire de NPK, T3 = Idem + dolomie broyée.

Les résultats montrent que l'érosion a une influence très forte sur la production de maïs. Le fumier améliore le pH, apporte des cations, mais ne peut restituer assez vite N et P. Le rendement plafonne à 2t/ha /an de grain. Le fumier complétement par la fumure minérale permet de produire jusqu'à 4 t/ha de grain sur les parcelles protégées par le paillage. Le complément de dolomie réduit légèrement la production.

En conclusion, l'érosion en nappe réduit non seulement la production annuelle, mais aussi la possibilité de restaurer la productivité à un niveau susceptible d'alimenter une population très dense. En effet, un sol très dégradé réagit peu aux intrants. Il faut donc intervenir en priorité sur les terres en production avant leur dégradation avancée (GCES au lieu de DRS).

Avec du fumier et un complément minéral, on peut atteindre des productions très élevées, capables de nourrir jusqu'à 1000 hab /km². Cependant le financement de la fumure minérale pose un autre problème d'ordre politico-économique.

Mots -clés : Burundi, bananeraie, terres acides, réhabilitation, effet économique de l'érosion, fumure organique, NPK, dolomie.

Key words : Burundi, banana plantations, acid ultisol, soil productivity restoration, erosion impact on grain production, after effect of erosion, manuring, complementary mineral fertilizing, dolomite.

1. PROBLEMATIQUE

Les tropiques humides d'altitude, qu'on rencontre notamment sur les plateaux de l'Afrique orientale, dans les zones bananières de la région des Grands Lacs à fortes densités de population (500 et même localement plus 1000 habitants au km²), sont caractérisés par des sols acides, très désaturés, carencés en phosphore et à très faible potentiel de production. Ils jouissent, en outre, d'un climat doux et pluvieux et présentent une géomorphologie très accidentée. Ces conditions sont favorables à une érosion hydrique intense, de l'ordre de 200 à plus de 500 t/an/an dans le cas du Burundi, surtout après déboisement ou défrichage (RISHIRUMUHIRWA, 1997).

Dans ce contexte, la problématique majeure du secteur agricole est d'assurer l'autosuffisance alimentaire des populations et de répondre aux besoins de plus en plus élevés en produits vivriers de base par de bonnes techniques de gestion des sols.

L'article présente les résultats de 2 études portant respectivement sur la gestion des sols ferrallitiques après défrichage et leur restauration s'ils sont érodés.

2. MATERIELS ET METHODES

2.1. Milieu

Ces études ont été menées à la station de l'IRAZ - Mashitsi, dans la région du Kirimiro située sur le plateau central burundais, entre 1500 et 2000 m d'altitude. La température moyenne annuelle est de 18.7° C et les précipitations de 1157 mm (RISHIRUMUHIRWA, et al., 1989). Elles sont réparties sur 9 mois, avec une saison sèche qui va généralement de mi-mai à fin août. Le tableau 1 donne les propriétés physico-chimiques du sol des essais.

Tableau 1 : Propriétés du sol des essais dans les 20 premiers cm.

| prof. en cm | horiz. | Ref. à 2 mm | Granulométrie (µm) en% | | | | | | | | Matière organique | | | |
|-------------|--------|-------------|----------------------------------|------|-------|--------|---------------|----------|----------|--------------------------------------|-------------------|--------|-----------|-------------|
| | | | 0-2 | 2-20 | 20-50 | 50-100 | 100-250 | 250-500 | 500-1000 | 1000-2000 | C en % | N en % | C/N | |
| 0-20 | A1 | -- | 50,3 | 2,1 | 4,9 | 7,2 | 23,0 | 11,1 | 1,3 | 0,1 | 1,42 | 0,09 | 16 | |
| pH 1/5 20°C | Cond. | | Complexe adsorbant en méq./100 g | | | | | | | | | | | |
| eau | KCl | µS/m | Cations basiques échangeables | | | | Valeurs S/T/V | | | A = Al ³⁺ +H ⁺ | T.eff. | V.eff. | Ind. Kamp | P ppm (o-d) |
| | | | Na | K | Ca | Mg | S | T à pH 7 | V | | | | | |
| 4,7 | 4,2 | -- | 0,0 | 0,0 | 0,1 | 0,1 | 0,2 | 7,0 | 3% | 1,6 | 1,8 | 11% | 86% | 15 |

2.2. Traitements

2.2.1. Techniques de gestion des sols après défrichage

Les deux techniques étudiées sont la fumure organique et le chaulage sur haricot (*Phaseolus vulgaris*), maïs (*Zea mays*) et manioc (*Manihot exulenta*). Trois doses de fumier de ferme ont été étudiées, soit 10, 20 et 30 t/ha/an (ou 3, 6 et 9 t de matière sèche dosant 0.63% de Ca, 0.35% de Mg, 1.07% de K, 0.29% de P₂O₅ et 1.8% de N total). Elles ont été associées à 2 t de dolomie. Le chaulage a porté sur 4 doses de dolomie appliquées pour 3 ans (1, 2, 3 et 4 t/ha contenant 41% de MgO et 42% de CaO) et associées à 10 t de fumier.

2.2.2. Restauration des terres érodées

L'essai a été mené sur maïs (*Zea mays*), sur 6 anciennes parcelles d'érosion qui ont

perdu en 3 ans respectivement 154 t, 58 t, 54 t, 32 t, 17 t et 0,1 t/ha. Quatre de ces parcelles avaient porté des bananiers dont les écartements étaient 2 x 3 m, 3 x 3 m, 4 x 3 m et 5 x 3 m. Une avait été maintenue nue (Wischmeier) et une autre sous paillis complet. Les méthodes de restauration étudiées sont : le fumier de ferme (20 t/ha/an ou 6 t/ha/an en matière sèche), le fumier + le chaulage (500 kg de dolomie/ha/an) et le fumier + le chaulage + les engrais NPK à la dose de 60-40-60/ha.

Tous les essais (2.2.1. et 2.2.2.) ont été disposés en blocs randomisés à 4 répétitions.

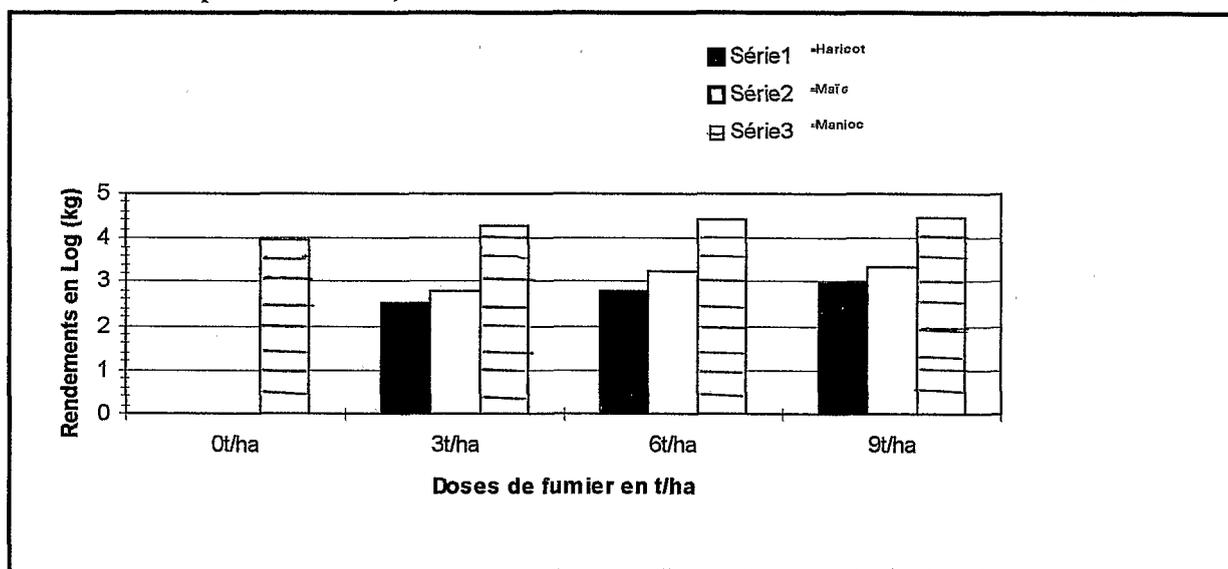
3. RESULTATS

3.1. Gestion de la productivité après défrichage

3.1.1. Effet fumure organique

Le tableau 2 donne les résultats obtenus avec des doses croissantes de fumier.

Tableau. 2 : Réponse du haricot, du maïs et du manioc à 3 doses de fumier associées à 2 t de dolomie.



| Traitement | Haricot | | Maïs | | Manioc | |
|---------------|-----------------|------------------|-----------------|------------------|-----------------|------------------|
| | Rendement en kg | Groupe. homogène | Rendement en kg | Groupe. homogène | Rendement en kg | Groupe. homogène |
| Témoin | 0 | A | 0 | A | 9000 | A |
| 3 t/ha fumier | 330 | B | 591 | A | 20000 | B |
| 6 t/ha fumier | 642 | C | 1758 | B | 26000 | C |
| 9 t/ha fumier | 901 | D | 2118 | B | 28000 | C |
| C.V. | 28,8% | | 49,6% | | 11,6% | |
| PPDS | 129,5 | | 957,2 | | 3200 | |

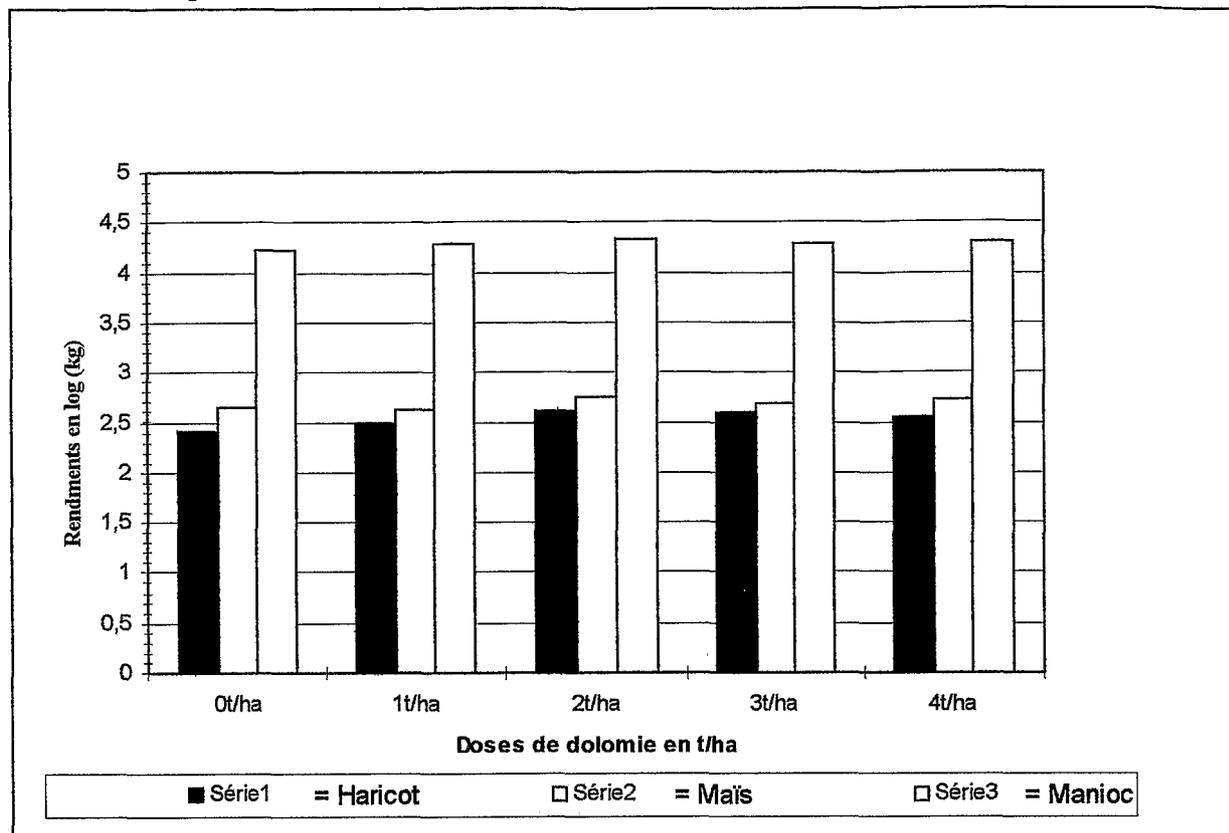
Ces résultats montrent que les doses croissantes de fumiers induisent des rendements de plus en plus élevés. Les 3 traitements accusent des différences significatives au seuil de 95% sur haricot. Sur maïs, le témoin ne diffère pas du traitement avec 3 t/ha de fumier malgré une différence de production de 591 kg/ha. Les traitements 6 et 9 t/ha s'équivalent.

Avec le manioc, les écarts des rendements entre traitements voisins s'atténuent et les doses 6 et 9 t/ha ne diffèrent plus significativement du point de vue statistique.

3.1.2. Effet de la dolomie

Les résultats des essais sur l'effet de la dolomie sont résumés dans le tableau 3.

Tableau 3 : Réponse du haricot, du maïs et du manioc à 4 doses de dolomie associées à 10 t/ha de fumier.



| Traitement | Haricot | | Maïs | | Manioc | |
|----------------|-----------------|------------------|-----------------|------------------|-----------------|------------------|
| | Rendement en kg | Groupe. homogène | Rendement en kg | Groupe. homogène | Rendement en kg | Groupe. Homogène |
| Témoin | 257 | A | 438 | A | 17000 | A |
| 1 t/ha dolomie | 311 | A | 423 | A | 19000 | A |
| 2 t/ha dolomie | 400 | A | 555 | A | 21000 | A |
| 3 t/ha dolomie | 387 | A | 496 | A | 19000 | A |
| 4 t/ha dolomie | 351 | A | 525 | A | 20000 | A |
| C.V. | 41% | | 54% | | 18% | |
| PPDS | 142,9 | | 329,5 | | 4600 | |

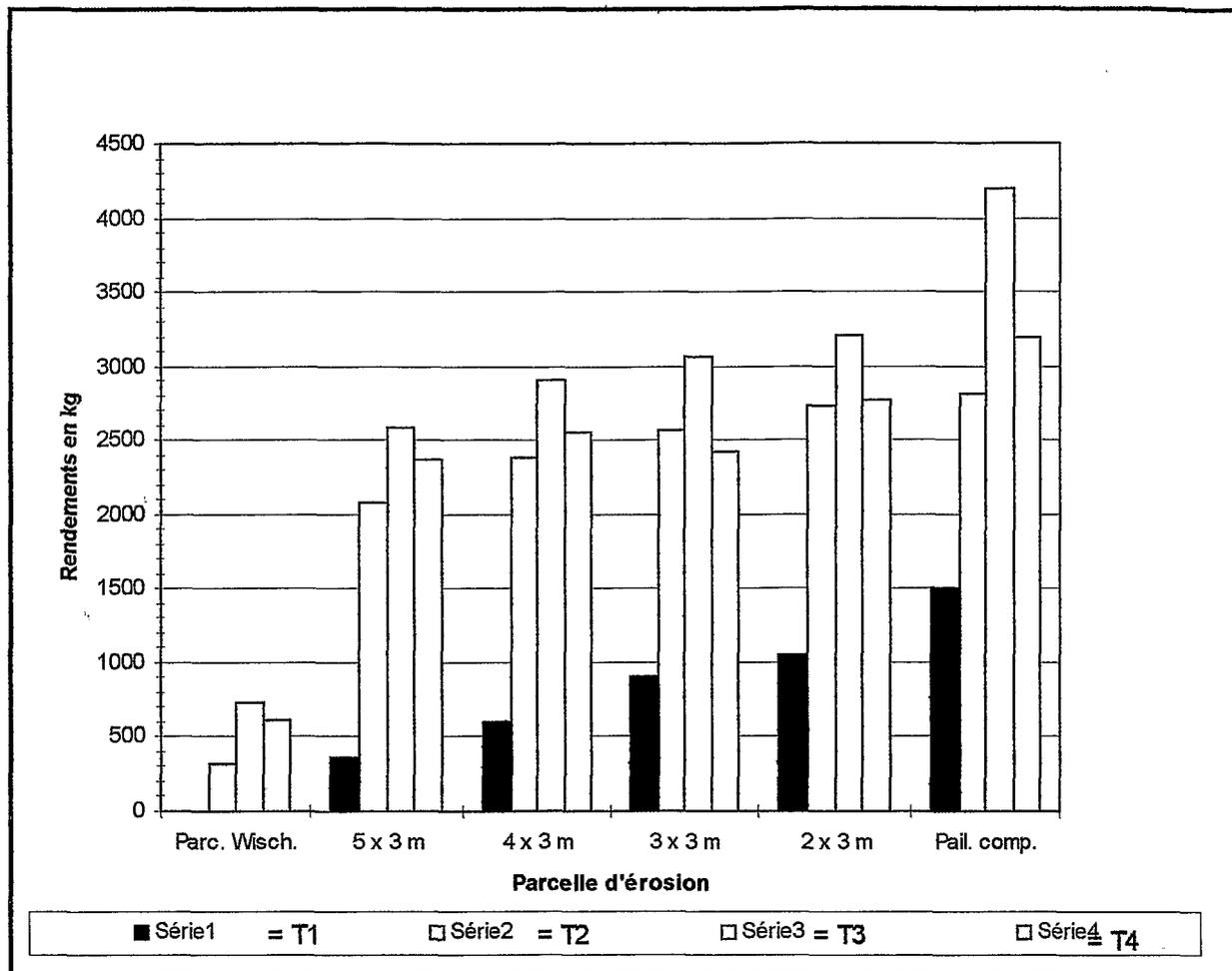
Ces résultats ne montrent aucune différence significative entre les 5 traitements sur les 3 cultures. En particulier, les différentes doses de dolomie donnent les mêmes rendements que le témoin. Le chaulage avec ce produit n'aurait donc aucun effet sur la productivité des sols.

Par ailleurs, les rendements du haricot et du maïs restent très faibles. Ceci confirme leur caractère exigeant. Trois tonnes de fumier (matière sèche) et les différentes doses de dolomie ne suffisent pas à répondre à leurs besoins nutritionnels. Des apports plus importants de fumier sont nécessaires pour augmenter significativement leurs rendements.

3.2. Restauration des terres érodées

Les résultats obtenus avec les 3 méthodes sont présentés dans le tableau 4.

Tableau 4 : Réponse du maïs à 3 méthodes de restauration des terres érodées.



| Traitement | Erosion/ ans | T1 | T2 | T3 | T4 | Moyen. | Ecart type |
|-----------------------------|--------------|-----|---------|---------|---------|--------|------------|
| Ancienne parc. Wisch. | 153,9 | 0 | A 326 | A 732 | A 610 | A 417 | A 502 |
| Ancienne bananeraie 5 x 3 m | 57,8 | 353 | AB 2075 | B 2577 | B 2374 | B 1845 | B 149 |
| Ancienne bananeraie 4 x 3 m | 53,9 | 597 | B 2387 | BC 2903 | BC 2550 | B 2109 | BC 437 |
| Ancienne bananeraie 3 x 3 m | 32,2 | 909 | B 2563 | BC 3065 | BC 2428 | B 2241 | BC 160 |

En effet, nous avons vu que ce type de sol donne des rendements de maïs nuls, après défrichement, en l'absence de fuzias. Les rendements de la parcelle qui a perdu 154 tonnes de

4. CONCLUSIONS

La matière organique (fumier) semble la clé non seulement de la gestion des sols ferrallitiques après défrichement mais également de leur restauration s'ils sont érodés. D'autres essais ont montré que la biomasse joue un rôle essentiel dans le contrôle de l'érosion et le management du ruissellement (RISHIRUMUHIRWA, 1993). Si dans les systèmes d'élevage extensif des transferts de biomasse, des formations végétales naturelles et des boisements et pâturages domaniaux vers l'exploitation, permettent d'atteindre un certain équilibre en zone à faible densité de population (+/- 40 habitants au km²), il en va tout autrement au-delà de 400 habitants au km². Dans ce cas, on doit recourir à une production intensive de fumier (stabulation permanente), à l'agroforesterie et aux engrais minéraux (ROOSE, 1994).

Les travaux de NEUMANN et PIETROVIC au Rwanda sur les techniques agroforestières permettent de recommander, dans le cas du plateau central burundais, l'introduction d'arbres dans les exploitations traditionnelles à raison de 125 à 250 tiges /ha ainsi que des haies vives de légumineuses arbustives distantes de 10 m. On arrive alors à produire suffisamment de biomasse pour couvrir les besoins en fourrage (à concurrence de 50%), en bois de chauffage, en litière pour le bétail et en paillis pour les cultures (couvrant 40% des terres de culture). On assure ainsi une bonne production du fumier, indispensable à la gestion de la fertilité des sols, et du paillis, les protégeant efficacement contre l'érosion et le ruissellement excessif.

BIBLIOGRAPHIE

- HOMES, M.V. et VAN SCHOOR, G.H., 1969. - La nutrition minérale des végétaux. Ed. Masson et Cie, Paris VI^e, 162 p.
- NEUMANN, I., et PIETROWICZ, P., (1987). - Projet Agro Pastoral de Nabisindu. Etudes et expériences. N° 9. 126 p.
- RISHIRUMUHIRWA, T., 1989. - Etude pédologique des 8 sites repères pour les essais engrais au sein de la CEPGL (Moso, Mashitsi, Rubona, Karama, Yangambi, Mulungu, Gandajika et M'Vuazi).
- RISHIRUMUHIRWA, T., 1992. - Effet de la fumure organique et du chaulage sur les rendements du haricot, du maïs et du manioc à la station expérimentale de Mashitsi.- Communication à l'atelier IBSRAM sur la gestion des sols acides, Bujumbura, mai 1992.
- RISHIRUMUHIRWA, T., 1993. - Potentiel du bananier dans la gestion et la conservation des sols ferrallitiques du Burundi. Cah. Orstom, Pédol., 28, 2 : 367 - 383.
- RISHIRUMUHIRWA, T., 1993. - Contribution des résidus du bananier en conservation de l'eau et du sol. Bul. Réseau Erosion n° 13, Montpellier : 63 - 70.
- RISHIRUMUHIRWA, T., 1997. - Rôle du bananier dans le fonctionnement des exploitations agricoles sur les hauts plateaux de l'Afrique orientale (application au cas de la région du Kirimiro - Burundi). Thèse n°1636, EPFL, Lausanne.
- ROOSE, E. et GODEFROY, J., 197. - Pédogénèse d'un sol ferrallitique remanié sur schiste sous forêt et sous bananeraie fertilisée de basse Côte d'Ivoire. Cah. ORSTOM, Pédol., 25, 4 : 409 -436.
- ROOSE, E., 1994 -Introduction à la gestion conservatoire de l'eau, de la biomasse et de la fertilité des sols (GCES)- Bulletin Pédologique de la FAO n°70, 420 p., Rome.