

L. 29

NATIONS UNIES

CONSEIL

ECONOMIQUE

ET SOCIAL



Distr.
LIMITÉE
E/CN.14/INR/81
9 juillet 1965
FRANCAIS
Original. ANGLAIS



COMMISSION ECONOMIQUE POUR L'AFRIQUE
Conférence pour l'harmonisation des programmes
de développement industriel en Afrique de l'est
Lusaka, 27 septembre - 9 octobre 1965

LES ENGRAIS EN AFRIQUE DE L'EST

TABLE DES MATIERES

	<u>Paragraphes</u>
I. RESSOURCES DU DEVELOPPEMENT AGRICOLE	1 - 11
II. LE ROLE DES ENGRAIS DANS L'AGRICULTURE EN AFRIQUE DE L'EST	12 - 34
III. PRODUCTION ET APPLICATION DES ENGRAIS EN AFRIQUE DE L'EST	35 - 41
IV. PERSPECTIVES DE LA CONSOMMATION DES ENGRAIS EN AFRIQUE DE L'EST	42 - 80
V. COMMENT INCITER LES AGRICULTURES D'AFRIQUE DE L'EST A UTILISER DES ENGRAIS	81 - 83
VI. RÉSUMÉ	84 - 91

Annexes

- I. Résultats des expériences faites dans certains pays de la sous-région
- II. Engrais: Recommandations relatives au froment, à l'orge de brasserie, au maïs et aux herbes au Kenya.
- III. Recommandations pour l'application d'engrais au Malawi pour la culture du maïs, des arachides, des pommes de terre et du coton.
- IV. Fertilisation des terres à maïs dans la province du sud de la Zambie - Recommandations générales destinées aux agents de la vulgarisation pour la campagne 1964/1965
- V. Méthodes d'application efficace des engrais et de la chaux en Rhodésie.
- VI. Recommandations sur les engrais destinés aux jardins maraîchers cultivés intensivement.
- VII. Prix des engrais simples et composés à Salisbury.

I. RESSOURCES DU DEVELOPPEMENT AGRICOLE

1. Selon l'enquête de la FAO sur l'Afrique^{1/}, la région de l'Afrique de l'est est divisée en un certain nombre de sous-régions ou zones délimitées par les différences existant dans le régime des pluies et la température. Ce sont les relations entre ces facteurs climatiques et les ressources en sol et en eau qui déterminent le type de la végétation naturelle et, dans une large mesure, l'utilisation agricole potentielle. Étant donné les différences d'altitudes, la température, comme les précipitations, constitue un facteur climatique d'une grande importance dans la région orientale qui s'étend depuis les basses terres arides du Cap Guardafui en direction du sud à travers les plateaux et les hauts plateaux de l'est africain.
2. Cette région est divisée en six sous-régions et zones:
 1. Zone désertique et subdésertique orientale équatoriale
 2. Zone de savane orientale équatoriale
 3. Zone côtière orientale
 4. Zone du lac Victoria
 5. Plateau oriental et central
 6. Hauts plateaux d'Afrique orientale

1/ Enquête de la FAO sur l'Afrique, Rapport sur les possibilités du développement rural de l'Afrique en fonction du progrès économique et social, FAO, Rome, 1962

Zone désertique et subdésertique orientale et équatoriale

3. Cette zone, d'une superficie de 700.000 km² environ, comprend la plus grande partie de la presqu'île des Somalis en Ethiopie, et au nord du Kenya. L'élevage nomade y représente la forme la plus courante d'utilisation des terres. La culture n'y est possible qu'à condition d'irriguer. Le potentiel agricole est très faible et il n'y a guère d'espoir de réaliser des progrès substantiels. Cette zone présente peu d'intérêt pour la présente étude.

Zone de savane orientale équatoriale

4. Cette zone étendue (1.560.000 km²) entoure les hauts plateaux de l'Ethiopie et comprend certaines parties de la Somalie, du Kenya, de la Tanzanie et de l'Ouganda. C'est dans le nord que les précipitations sont les plus faibles, et leur total passe de 120 mm au nord à 750 mm au sud; elles varient considérablement dans les zones entourées de montagnes. Dans certaines régions, il existe deux saisons des pluies. Les systèmes d'utilisation des terres sont principalement l'élevage nomade et l'élevage de transhumance. La production végétale, qui est extrêmement hasardeuse, est peu importante. Elle est constituée principalement par le millet et le sorgho et est concentrée sur les sols alluviaux en bordure des fleuves. Comme les principaux cours d'eau coulent des zones à précipitations abondantes vers les zones à faibles précipitations, leurs vallées subissent des inondations pendant une partie de l'année. Une grande partie de la zone n'offre guère de possibilités à l'agriculture. La seule façon d'augmenter la production agricole est la construction de grands ouvrages de régulation des eaux et d'irrigation. Il convient de signaler que cette zone est le refuge de la faune sauvage du Kenya et du Uganda.

Zone côtière orientale

5. Cette zone peu étendue (170.000 km²) occupe une étroite bande côtière qui va de la Somalie presque jusqu'au Tropique du Capricorne. Son climat subit fortement l'influence des moussons du sud-est et du nord-est. Les précipitations atteignent 1.150 millimètres par an et entretiennent une véritable mosaique de forêt côtière et de savane.

Les cultures de base sont le riz et le manioc; le sisal, le cachou, la noix de coco et la banane constituent les cultures d'exportation. Les animaux d'élevage et les animaux sauvages trouvent de bons pâturages.

Zone du lac Victoria

6. Cette petite zone (240.000 km^2) qui entoure le lac Victoria comprend la dépression du lac et certains secteurs adjacents de terres plus élevées. Les précipitations sont plus abondantes que dans d'autres zones de la région orientale (environ 1.200 millimètres par an). Le régime des pluies, qui comprend deux saisons humides, est très favorable à la production agricole. Il n'y a pour ainsi dire pas de saison sèche. L'élevage, malgré son importance, n'est pratiqué que dans certaines régions non infestées par la mouche tse-tse.

7. Les principales cultures vivrières sont le maïs, le manioc, les plantains et les légumineuses à grains. Le coton, le café Robusta, la canne à sucre et le thé constituent les cultures de rapport. Le café Arabica est cultivé en altitude.

8. Sur les hauts plateaux prédominent les sols sablonneux, acides, rouges et jaunes, et les sols de forêts brun-rougeâtre, tandis que dans les plaines on trouve des sols alluviaux et des argiles foncées. Ces sols sont en général mal drainés et difficiles à travailler (en particulier les argiles foncées), et ne se prêtent qu'à un nombre limité de cultures.

Plateau oriental

9. C'est la zone la plus vaste, qui s'étend depuis le Tanganjika jusqu'au Mozambique au sud et jusqu'à l'Angola et au Congo à l'ouest. Son altitude est de 1.200 mètres et plus. Le plateau est divisé par les deux bras de la Grande rivière et présente une grande variété écologique car la diversité extrême des altitudes se traduit par une grande variété dans les précipitations et les températures. On trouve dans cette zone de grandes formations forestières, l'élevage du bétail, des exploitations mixtes et de nombreuses cultures d'importation et de rapport. Des exploitants européens et africains sont installés dans cette zone; la production agricole des exploitants européens est élevée et organisée en fonction de la structure du marché. Les

exploitations mixtes sont fondées sur les prairies artificielles et les concentrés produits localement. Les cultures de rapport, telle que le tabac, le thé et le coton, sont produites en grandes quantités par les exploitants européens. Le maïs, la culture la plus importante, est pratiquée tant par les européens que par les Africains. Elle est destinée essentiellement au marché intérieur, à l'alimentation humaine et animale et à l'exportation. Le millet, le sorgo et le manioc sont les cultures de rapport pratiquées par les exploitants africains.

10. On trouve dans cette vaste zone des sols alluviaux ainsi que des sols de forêt profonds, jaunes et friables et des sols sablonneux. On rencontre également d'importantes étendues d'argile foncée ainsi que des sols de forêts tropicales, rouges et jaunes. Ces sols sont diversement utilisés. Les sols sablonneux se prêtent bien à la culture du tabac, les sols d'argile foncée conviennent à la culture du coton et aux pâturages et, si les disponibilités en eau sont suffisantes, à la riziculture. Il faut améliorer le drainage et la régulation des eaux des sols d'alluvion.

Hauts plateaux d'Afrique orientale

11. Les hauts plateaux sont des massifs montagneux qui s'étendent jusqu'à 3.000 mètres et couvrent une superficie de 500.000 km². Une grande partie de ces hauts plateaux était autrefois recouverte de forêts. Actuellement, c'est la région où la concentration des agriculteurs africains est la plus forte (Ethiopie, Rwanda-Urundi), en particulier dans les vallées où les sols sont profonds et fertiles, où les pluies, abondantes et bien réparties, favorisent la végétation. Les cultures vivrières pratiquées par ces populations très denses sont les plantains, le maïs, le sorgo, les légumineuses à grains et - sur les hauts plateaux - l'orge. Les cultures de rapport et d'exportation sont le café arabica, le pyrèthre et le thé. L'élevage des bovins est très important dans cette zone, il est pratiqué soit sur des terrains de parcours libre (Ethiopie) soit sur les ranches européens dans des systèmes d'agriculture mixte (Kenya, Rhodesie). Cette zone est caractérisée par ses sols d'origine volcanique, très productifs, qui sont des sols de forêt noirs ou bruns, ou des sols de forêt rouge foncé. Les premiers se rencontrent en altitude, sont friables et bien drainés; ils se prêtent à la production intensive. Les derniers couvrent des régions plus basses et permettent des cultures très diverses.

II. LE RÔLE DES ENGRAIS DANS L'AGRICULTURE EN AFRIQUE DE L'EST

12. Bien que les engrâis soient peu utilisés dans les exploitations et les plantations de la sous-région tenues par des Européens, leur rôle est bien connu. Depuis 40 ans, les engrâis font l'objet de recherches expérimentales qui ont donné de bons résultats. Il convient de noter que ces travaux ont été conduits principalement dans des stations expérimentales qui, dans la plupart des cas, sont situées dans des régions fertiles où les conditions diffèrent au moins que l'on rencontre généralement. Les résultats de ces recherches sont difficilement applicables dans les exploitations. Ils doivent être adaptés aux conditions courantes. Cependant, l'insuffisance des connaissances ne doit en aucun cas faire obstacle à l'utilisation des engrâis. Il ressort d'aili le clairement des exemples énumérés ci-après que les connaissances sur l'utilisation des engrâis sont plus avancées que les applications pratiques.

Cultures vivrières

13. Les renseignements fournis par le "Kenya Fertilizer Working Party Report" (voir tableau 3 en annexe)* permettent d'obtenir des chiffres très intéressants sur l'efficacité du rendement de culture et récoltes après application d'engrais.

Tableau 1

Action des engrâis sur les cultures vivrières au Kenya

Culture	Type d'engrais	Valeur par rapport au prix unitaire	
		Accroissement brut de la production	Accroissement net de la production
Mais	S.D. ^{a/}	3.5	2.5
	S.A. ^{b/}	2.9	1.9
Pomme de terre	S.D.	5.4	4.4
	S.A.	5.4	4.4
Riz	S.D.	4.1	3.1
Orge	S.D.	3.0	2.0
Riz	S.D.	1.8	0.8
	S.A.	2.4	1.4

^{a/} Superphosphate double - ^{b/} Sulfate d'ammonium

* T.C.J. RYAN et R. KEMPTON, The Economic Aspects of Using Fertilizer, Kenya Fertilizer Working Party Report, Annexe E/3, Ministère de l'Agriculture, Nairobi, 1963.

Tableau 1 (suite)

Culture	Type d'engrais	Valeur par rapport au prix unitaire	
		Accroissement brut	Accroissement net
		de la production	de la production
Ananas	S.A.	2.1 - 3.0	1.1 - 4.0
Tomates	S.A.	11.2	10.2
Fraises	S.A.	5.6	4.6
	Urée	5.2	4.2
Sucre	S.A.	6.1	5.1
	S.D.	5.1	4.1
Moyenne	S.D.	3.8	2.8
	S.A.	5.3	4.3

14. Ces chiffres représentent l'augmentation moyenne sur dix ans de diverses cultures vivrières après application de superphosphate double ou de sulfate d'ammoniaque, dans diverses régions du Kenya. En moyenne l'application de sulfate d'ammoniaque donne de meilleurs résultats (accroissement brut = 5,3 et net = 4,3) que celle de superphosphate double (accroissement brut = 3,8 et net = 2,8). L'augmentation moyenne de la production des céréales (maïs, blé, orge, riz) à la suite de l'application d'engrais est quelque peu inférieure (3,1 et 2,1 avec le superphosphate double et 2,7 et 1,7 seulement avec le sulfate d'ammoniaque). Toutefois, les résultats sont prometteurs dans tous les cas si l'on considère qu'un investissement en engrais dans un rendement brut de 4,7 environ et un rendement net de 3,7 environ.

Mais

15. Sauf en Ouganda, le maïs est la principale culture vivrière de la région à l'étude. On connaît les résultats des expériences d'application d'engrais à la culture du maïs faites au Kenya, en Tanzanie, en Zambie et en Rhodésie. Dans tous ces pays, l'augmentation de la récolte après application d'engrais est très sensible et encourageante. Sur les sols volcaniques de l'Arusha, (Tanzanie) par exemple, l'application de 180 kg par hectare d'azote, - sous forme de sulfate d'ammoniaque - et de phosphate - sous forme de superphosphate double - et l'application de 90 kg par hectare de chlorure de potassium, soit séparément, soit

mélangés, donne de très bons résultats. L'action de la potasse, qui permet un accroissement de 17 pour cent par rapport au rendement de référence est particulièrement prononcé. C'est là un excellent résultat, auquel on ne s'attendait pas sur ce sol volcanique très fertile.

16. Les travaux conduits par la Tanzanika Agricultural Corporation ont montré que l'application de 125 kg par hectare de superphosphate simple et de la même quantité de sulfate d'ammoniaque fournit un haut rendement de la récolte de maïs. Si l'on considère le prix de revient, ces quantités donnent les meilleurs résultats, c'est-à-dire qu'elles permettent l'action optimum des engrais. Le diagramme 1 montre l'influence des dépenses en engrais sur les rendements en Rhodésie, d'après les résultats d'une enquête par sondage portant sur 50 exploitations chaque année. Les courbes du diagramme indiquent que l'action la plus forte peut être obtenue avec de faibles dépenses en engrais, bien que le rendement moyen par acre présente une courbe ascendante régulière.

17. Les quantités moyennes d'engrais dont l'application est recommandée pour la culture du maïs au Kenya, au Malawi, en Zambie, en Rhodésie et en Tanzanie sont donc 40 à 50 kg de P₂O₅ par hectare et 20 à 60 kg d'azote par hectare.

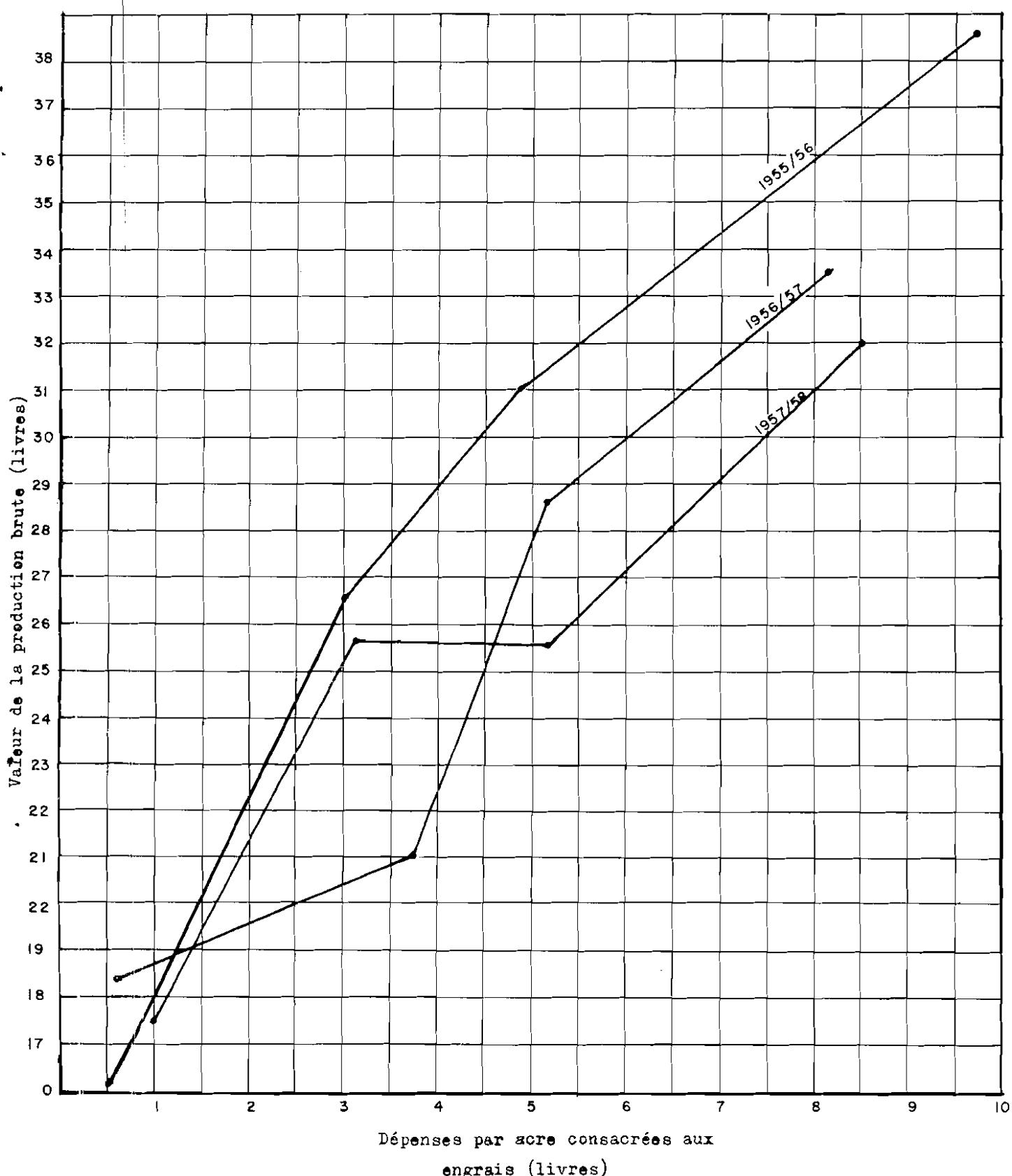
18. Au Kenya, les résultats de nombreuses expériences et démonstrations sur l'application d'engrais, dirigées par le Ministère de l'agriculture sur les terres des petits agriculteurs, donnent à penser qu'un kilogramme en moyenne d'engrais azoté fournit un rendement de 20 kg et un kilogramme de P₂O₅, 12 kg de grains de maïs.

Riz

19. Les données les plus complètes sont celles qu'a fourni A. Angladette pour Madagascar (voir tableau 2).

20. La dernière colonne du tableau 2, qui présente les pourcentages de rendement du riz pour un kilogramme d'éléments fertilisants, est la plus intéressante. Un seul chiffre est inférieur à 5 kg. Les autres sont supérieurs à 5 kg par kilogramme d'éléments fertilisants purs. En règle générale, le riz est l'une des cultures qui réagit le moins à l'application des engrais (voir tableau 1).

Graphique 1. - Rapport entre les dépenses consacrées aux engrais et les recettes agricoles de la Rhodésie



Eclusine coracana

21. Les données connues pour l'Uganda démontrent que l'application de 11 kg de sulfure d'ammoniaque par hectare (soit 22 kg d'azote par hectare) lorsque les plantes ont atteint une quinzaine de centimètres, donne d'excellents résultats. Des essais ont été effectués sur plus de 40 parcelles de terrain dans les provinces de TUSI BUKIDI et KATIKI. Les rendements ont augmenté de 6% pour cent par rapport aux rendements moyens de référence. Dans le cas des essais effectués à S.V.R.E l'accroissement a été moindre : de 11 à 3% pour cent. L'action des engrangis sur les sols rugueux des provinces du sud est également faible.

Canne à sucre

22. Une série complète d'essais effectués à l'île Maurice révèlent que :

1. La plante réagit toujours à l'application d'engrais azotés;
2. L'action est plus forte lorsque les cannes de repousse sont plus âgées;
3. La diminution de la teneur en saccharose due à l'application d'azote est moindre quand les cannes sont plus âgées.

23. L'application de 30 kg d'azote par hectare augmente de 37 pour cent le rendement des cannes à sucre. L'application d'une autre dose de 30 kg par hectare produit un accroissement supplémentaire de 15 pour cent. Le phosphate n'a aucune action et la canne à sucre n'a réagi sensiblement à la potasse que dans deux cas seulement.

Tableau 2

Recommandations relatives à l'application d'engrais et
action des engrais sur le riz à Madagascar^{a/}

Region	Engrais recommandé kg d'éléments fertilisants purs par hectare	Action kg de riz par kg d'éléments fertilisants purs
Sols alluviaux d'origine latéritique		
ALAOTRA	20 kg N	58 kg par kg N
AMBOSSETRA	30 kg N + 120 kg P ₂ O ₅ + 75 kg K ₂ O	9,1 kg par kg de mélange
Sols alluviaux d'origine basaltique		
ANISIRABE	100 kg N + 30 kg P ₂ O ₅ + 75 kg K ₂ O	3 kg par kg de mélange
Sols alluviaux d'origine cristalline		
ANKAZOBÉ	100 kg P ₂ O ₅ pour 15 t de fumure solide	5 kg par kg P ₂ O ₅
Sols marécageux aménagés		
ALAOTRA	60 kg N + 125 kg P ₂ O ₅ + 75 kg K ₂ O	5,6 kg par kg de mélange
MAHITSY	30 kg N + 100 kg P ₂ O ₅ + 75 t de fumure solide	5 kg par kg de mélange
Sols marécageux, tourbière basse		
ALAOTRA	60 kg N + 125 kg P ₂ O ₅ + 100 kg K ₂ O	7,8 kg par kg de mélange
ANJORCZOBET	30 kg N + 100 kg P ₂ O ₅ + 75 kg K ₂ O	7,1 kg par kg de mélange

24. En Ouganda, on applique une plus grande quantité d'engrais à la canne à sucre. Les chiffres fournis par le "Lugazi Sugar Estate" sont les suivants:

Azote - 198 kg par hectare sous forme d'uréo (46% d'azote) pour chaque récolte

Phosphore - 283 kg de P2O5 par hectare sous forme de superphosphate triple (47% de P2O5) pour chaque série de trois récoltes, appliqués au début de la série

Potassium - 165 kg de K2O par hectare sous forme de chlorure de potassium, pour chaque récolte.

25. Ces applications ont permis au "Lugazi Sugar Estate" d'atteindre un rendement moyen de 137,5 tonnes de canne à sucre par hectare, d'une teneur de 8 à 10 pour cent de saccharose.

Cultures d'exportation

26. On peut supposer que, de nos jours, la presque totalité des engrais employés dans la région à l'étude est appliquée à des cultures de rapport dont la plus grande partie est exportée. La région est un très important producteur de sisal, de tabac, de café, de thé, de coton, de pyrètre et d'autres cultures. Des expériences ont été effectuées sur ces cultures de rapport dans de nombreuses stations de recherche de la région; nous présentons ci-après certains résultats.

Tableau 3

Action des engrais sur les cultures d'exportation au Kenya

Culture	Type d'engrais	Valeur par rapport au prix unitaire de l'engrais	
		Accroissement brut de la production	Accroissement net de la production
Thé	S.A. ^{a/}	12.1	11.1
Café	S.A.	10.9	9.9
Sisal	S.A.	6.2	-6.8
Pyrètre	S.D. ^{b/}	15.8	14.8

a/ Sulfate d'ammoniaque

b/ Superphosphate double

Sisal

27. Le sisal est la seule culture qui, d'après le tableau ci-dessus, ne réagit pas fortement à l'application des engrains. Il est intéressant de noter qu'au Tanganyika, principal producteur et exportateur de sisal, l'application de sulfate d'ammoniaque a donné de bons résultats. L'azote accélère la croissance des plantes. Cependant, de trop fortes applications de sulfate d'ammoniaque aux cultures de sisal augmentent l'acidité de certains sols, ce qui produit une chlorose des feuilles.

Thé

28. Le thé est cultivé à grande échelle dans la région à l'étude. Le Malawi pratique beaucoup l'application des engrais et depuis 35 ans environ poursuit des expériences dans ce domaine : Swazi. Il en ressort que c'est l'azote qui donne les résultats les plus rapides à condition de ne pas avoir recours à l'ombrage. Pour le moment, ce sera donc le principal engrain à utiliser. Ni le phosphate, ni le potassium, qui ont été appliqués six années de suite aux arbustes adultes sans ombrage, n'ont eu d'effets sensibles, que ce soit sur la poussée des arbustes. Cependant, compte tenu de l'expérience des pays d'Extrême-orient (Inde et Ceylan) et du fait que les résultats obtenus au Malawi ne sont pas concluants, on recommande pour plus de sûreté l'application de phosphate et de potasse. Actuellement, les recommandations de la station de recherches sur le thé de Milanje sont les suivantes:

Azote	113 kg d'azote par hectare et par an
Phosphore	34 kg de P_2O_5 par hectare et par an
Potassium	34 kg de K_2O par hectare et par an

Les réactions sont proportionnelles à la quantité appliquée jusqu'à 136 kg d'azote par hectare. Le rendement moyen après application d'azote est de 5 kg de thé pour un kg d'azote.

Tabac

29. Dans la sous-région, les grandes plantations de tabac prédominent en Rhodésie et au Malawi. L'action de l'azote sur le tabac noir séché à feu direct fait l'objet de recherches au Malawi depuis 12 ans. Dans l'ensemble,

au fur et à mesure du développement de la culture, l'action, d'abord de l'azote puis, récemment, de l'azote et du phosphate combinés, devient plus sensible. Cependant, l'application d'azote seul sur des sols carencés en phosphates, produit une diminution de rendement. Les recommandations pour les sols de Chitodzo sont donc environ 225 kg de mélange "G" par hectare ($5\text{N} - 15 \text{P}_2\text{O}_5 - 12 \text{K}_2\text{O}$) et 225 kg par hectare de sulfate d'ammoniaque ou de nitrate de chaux ammoniacal. Ce mélange a été composé en vue d'apporter une quantité d'azote et de phosphate suffisante à laquelle on ajouterait une fumure de fond à base de potasse au cas où les résultats seraient favorables. Le choix du sulfate d'ammoniaque ou du nitrate de chaux ammoniacal dépend principalement du degré d'acidité du sol.

34. En Rhodésie, on a réalisé de nombreuses expériences d'application d'engrais à la culture du tabac. La production de tabac de Virginie séché à l'air chaud (qui constitue la plus importante culture de rapport de la Rhodésie) s'est élevée en 1963 à 88,4 millions de tonnes en Rhodésie et en Zambie. Le rapport rédigé à la suite d'une enquête que la "Economics and Market Branch" du Ministère de l'Agriculture de Rhodésie a menée pour la "Rhodesia Tobacco Association" révèle que l'application d'engrais au tabac de Virginie séché à l'air chaud expérimentée par 248 planteurs, en 1962 et 1963, aagi à la fois sur le rendement et sur le prix, et que jusqu'à concurrence de 100 dollars des Etats-Unis de dépenses par hectare on obtient généralement une augmentation des bénéfices.

Pâturages

31. Un essai effectué sur un tapis graminéen permanent à Kigwanda en Ouganda, montre que l'herbe réagit bien à l'application de sulfate d'ammoniaque. La matière verte a presque quadruplé après application d'une quantité d'azote allant jusqu'à 90 kg par hectare, et les prairies qui jusqu'alors n'étaient pas utilisées, ont fourni des pâtures très appréciables en saison sèche (novembre et décembre).

32. L'alimentation du bétail en Zambie est fortement tributaire des aliments que fournissent les pâtures naturelles. Des essais effectués sur des parcelles de terrain ont permis de mesurer l'effet des engrangés sur un veld d'Hypericum. Le veld d'Hypericum se présente plus ou moins comme un herbage couvert partiellement d'arbres et d'arbustes. L'azote

c'est le seul élément fertilisant dont l'absence limite la croissance et l'application d'azote augmenté nettement le rendement de fourrage et le pourcentage de protéines brutes. L'augmentation du rendement est proportionnelle à la quantité d'éléments fertilisants appliqués, jusqu'au maximum (soit 215 kg par hectare). D'après les calculs, la proportion d'azote récupéré est de 35 pour cent environ. Les engrangis ne modifient pas la composition botanique du veld.

33. En Rhodesie, on a démontré que l'azote et le phosphore sont indispensables à une bonne croissance. Il faut de grandes quantités d'azote et lorsque l'on applique jusqu'à 155 kg environ d'azote par hectare et par an, l'action est, en gros, proportionnelle à la quantité appliquée. Les engrangis phosphatés ont une action plus faible et moins régulière. Normalement, le phosphate n'agit qu'en combinaison avec l'azote.

34. Dans l'Île Maurice, on a pratiqué, ces dernières années, des expériences avec des engrangis azotés plus ou moins concentrés, administrés sous forme de sulfite d'ammonium. Le rendement est plus élevé sur les parcelles traitées avec 170 kg par hectare de sulfite d'ammonium à chaque coupe, (soit 35 kg d'azote) que sur les parcelles qui n'avaient reçu que 50 à 100 kg par hectare. Dans certains cas, l'application de 225 kg par hectare à chaque coupe a donné le rendement maximum en particulier pour le *Pennisetum purpureum*.

III. PROBLEME D'APPLICATION DES INGRÉDIENTS AFRIQUE DE L'EST

35. D'après le Rapport annuel de la FAO sur la production, la consommation et le commerce des engrangis dans le monde pour 1961, 1962 et 1963, la consommation des engrangis dans les pays d'Afrique de l'est, en 1961 et 1962, a dépassé 10.000 tonnes d'éléments fertilisants purs. La consommation des engrangis est restée stationnaire au cours des trois années passées en raison de la situation politique de la sous-région. Les plus forts consommateurs ont été, relativement, la Rhodésie, l'Iles Maurice et la Réunion. Au Kenya, au Tanganyika et en Ouganda, la consommation des engrangis est encore peu développée; seuls les plantateurs européens, en particulier au Kenya, utilisent une certaine quantité d'engrais (pour plus de détails, voir le tableau 4).

36. Deux pays seulement de la sous-région à l'étude produisent des engrangis phosphatés, à savoir la Rhodésie et l'Ouganda. En Rhodésie, (Salisbury) la production de superphosphate simple et de superphosphates concentrés a commencé en 1958 et 1959, avec 11.953 tonnes de P₂O₅. Au cours des deux années suivantes, la production est passée à 18.607 et 16.756 tonnes respectivement. Actuellement, la production de superphosphate sous toutes ses formes (simple, double et triple) s'éleve à 30.000 tonnes environ. Les usines rhodésiennes traitent le phosphate naturel importé au Sénégal. A partir de cette année, on utilisera de plus en plus les gisements locaux de phosphates de Dorowa, où se trouve une usine de transformation. Les usines de Salisbury produisent également 60.000 tonnes d'acide sulfurique par an et 16.500 tonnes environ d'acide phosphorique, produit indispensable à la fabrication des superphosphates concentrés. La production d'acide sulfurique passera à 105.000 tonnes l'année prochaine et celle de superphosphate pourra également être portée à 40.000 tonnes.

37. La société ougandaise "Industrial Chemicals and Fertilizers" fabrique actuellement du superphosphate simple à partir de l'apatite extraite du gisement proche de Sokulu. La production a commencé en 1962. La capacité est de 25.000 tonnes de superphosphate simple et en 1964 la production atteignait 12.000 tonnes. A la fin de 1964, on a constaté que la capacité prévue pourrait être dépassée en 1965 à condition que la demande de superphosphate augmente au Kenya, au Tanganyika et en Ouganda. L'usine de Tororo fabrique également de l'acide sulfurique à raison de 1.400 tonnes

par an à partir de soufre importé. Cet acide sert à la production de superphosphate simple.

38. En Rhodésie seulement, de petites quantités de superphosphates produits localement sont utilisés en agriculture sous forme d'engrais phosphatés. La plupart des superphosphates servent à la fabrication de mélanges. Trois sociétés produisent 12 mélanges différents, à savoir la société "Rhodésia" (producteur de superphosphate), la société "Windmill Fertilizers" et la société "Fisons". Toutes trois produisent un même mélange renfermant la même proportion d'éléments fertilisants (N P2 O5, K2 O) qui sont vendus dans trois pays: la Rhodésie, la Zambie et le Malawi. La Rhodésie en utilise 80 pour cent, la Zambie 15 pour cent et le Malawi 5 pour cent seulement. L'azote et le K2 O utilisés pour composer ce mélange sont importés.

39. L'Afrique de l'est consomme, dans l'ensemble, plus d'engrais que les autres sous-régions de l'Afrique tropicale. Cependant, la colonne 9 du tableau 35 montre que la consommation d'engrais, 3 kg à l'hectare, est encore très faible. La consommation varie sensiblement d'un pays à l'autre; elle est pratiquement nulle en Ethiopie, en Somalie, au Burundi et au Rwanda mais très élevée dans l'Île Maurice et à la Réunion.

Parmi les grands pays, la Rhodésie est un consommateur moyen avec 33,3 kg par hectare et certains indices laissent à penser que la consommation s'accroîtra sensiblement à l'avvenir.

40. En examinant la consommation d'engrais par habitant en Afrique de l'est (tableau 5, colonne 11) nous constatons que le niveau est, dans l'ensemble, très faible, beaucoup plus faible que sur tout autre continent (tableau 6). Seuls, les trois pays mentionnés plus haut ont une consommation élevée (l'Île Maurice - 25,9; la Réunion - 20,3 et Rhodésie - 14,2). Dans les autres pays, la consommation est très faible.

41. Dans l'ensemble, la sous-région peut être définie comme un pays très vaste peuplé de plus de 80 millions d'habitants. Sur la superficie totale, 6,4 pour cent des terres seulement, soit 40 millions d'hectares, sont cultivés. La consommation moyenne d'engrais est de 3 kg par hectare, mais la plupart des terres ne reçoivent pas d'engrais.

Tableau 4
Consommation d'engrais en Afrique de l'est
(en tonnes d'éléments fertilisants purs)

PAYS	Azote			Phosphore			Potassium			Total		
	1955/56	1961/62	1963/64	1955/56	1961/62	1963/64	1955/56	1961/62	1963/64	1955/56	1961/62	1963/64
Ethiopie	.	.	160	.	.	219	.	.	70	.	.	440
Kenya	1700	2628 ^a	2890	2200	6087 ^a	7300	350	1131 ^a	1020	4250	9846	11210
Tanganyika	500 ^b	1423	1850	500 ^b	810	430	400 ^b	490	990	1400	2723	3270
Ouganda	600 ^b	1172 ^a	1200 ^b	500 ^b	1135 ^a	1200 ^b	300 ^b	300	300 ^b	1400	2607	2700
Rhodésie ^c	7963	20458	21244	12643	18787	23735	7329	11987	15063	27935	51232	60242
Malawi ^c	498	1278	1200	790	1174	1400	458	749	880	1743	3201	3480
Zambie ^c	1493	3836	3156	2370	3522	3065	1374	2247	1657	5237	9605	7870
Mozambique	2000 ^b	2585 ^b	2600	400 ^b	500 ^b	500 ^b	200 ^b	300 ^b	300 ^b	2600	3385	3400
Madagascar	600	308 ^b	800	180	300 ^b	300 ^b	398	690 ^a	700 ^b	1178	1796	1800
Île Maurice	6428	7996	8500 ^b	728	5162	7000 ^b	3121	4961	5500 ^b	10277	18119	21030
Réunion	2363	2354	2400 ^b	996	803	900 ^b	1520	2925	3000 ^b	4879	6082	6366
Total	24 145	44538	46000	21307	38280	46049	15 50	25760	29480	60902	108596	121529
Indice	100	184	195	100	180	216	100	167	191	100	178	200

a - 1950/61

b - estimation

c - Les chiffres relatifs à la Fédération (pour 1963/64) peuvent être décomposés de la façon suivante:

Rhodésie, 80 pour cent

Zambie, 15 pour cent

Malawi, 5 pour cent

Tableau 4a

Consommation d'ongraïs en Afrique de l'est

Indice 1955/56 = 100

Pays	1963 - 1964
Éthiopie	
Konya	264
Tanganyika	234
Ouganda	193
Rhodesie ^c	215
Malawi ^c	200
Zambie ^c	150
Mozambique	131
Madagascar	153
Île Maurice	204
Réunion	129
Moyennes de la sous-région	200

c- Les chiffres relatifs à la Fédération se décomposent de la façon suivante:

Rhodesie 80 pour cent; Zambie 15 pour cent; Malawi 5 pour cent.

Tableau 5

Indications relatives à la population et à la consommation d'engrais
dans les pays de l'Afrique de l'est

Pays	Population (millions) ^{a/}			Superficie consacrée à l'agriculture (millions d'ha) en 1960-1961			Consommation d'engrais en 1963/64		Superficie des terres arables par habitant (en ha) 1960	Consommation d'engrais par habitant (kg d'élément fertilisants 1960)
	1960	1970	1980	Superficie totale (millions d'ha)	Superficie cultivée	Prairies et pâturages	Total, en milliers de kg d'éléments fertilisants purs	kg de NPK par ha de terres arables	10	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1. Ethiopie	20.0	23.8	29.0	118.4	11.5	50.7	0.4	0.04	0.6	0.02
2. Somalie	2.0	2.4	2.9	63.8	1.0	20.6	.	.	0.5	.
3. Burundi	2.5	3.3	4.2	2.8	1.2	.	.	.	.	.
4. Rwanda	2.7	3.0	3.5	2.6	0.9	0.7	.	.	0.3	.
5. Kenya	3.1	10.3	13.6	58.3	1.7	3.9	11.2	6.6	0.2	1.2
6. Tanzanie	9.5	11.6	14.6	94.0	9.5	32.6	3.3	0.5	1.0	0.3
7. Ouganda	6.7	8.1	10.0	24.0	2.9	..	2.7	1.0	0.4	0.4
8. Zambie	3.2	4.2	5.7	74.6	1.7	.	7.9	1.1	0.5	2.7
9. Malawi	3.5	4.6	6.1	11.9	2.9	0.6	3.5	1.2	0.8	0.5
10. Rhodésie	3.6	5.0	7.1	35.9	1.8	4.9	60.0	33.3	0.5	14.2
11. Mozambique	6.5	7.6	9.1	78.3	2.0	44.0	3.4	1.7	0.3	10.4
12. Madagascar	5.4	6.2	7.6	59.6	2.7	34.0	1.8	0.7	0.5	0.3
13. Ile Maurice	0.7	0.8	1.1	0.2	0.09	0.03	21.0	233.0	0.1	25.9
14. Réunion	0.3	0.4	0.5	0.25	0.05	0.02	6.3	105.0	0.2	20.3
Afrique de l'est	74.7	91.3	115.0	624.7	40.0	.	121.5	3.0	0.5	1.5
				100.0		6.4				

^{a/} - Source: Nations Unies, Provisional Report on World Population Prospects as Assessed in 1963, ST/304/SER.R/7,
CSO, Section de démographie

^{b/} - FAO, Annuaire de la production 1963.

Tableau 6

E/CN.14/INR/81
Page 19Consommation d'engrais par habitant (milliers de tonnes métriques d'éléments fertilisants) 1962 - 1963^a

Désignation	Océanie	Etats-Unis et Canada	Europe ^{a/}	Japon	URSS	Amérique latine	Afrique	Asie ^{b/}
Izote (N)	50	3.554	4.920	669	1.070	356	400	1.781
Phosphore (P ₂ O ₅)	890	2.937	4.830	465	853	323	310	405
Potasse (K ₂ O)	90	2.291	4.880	506	826	219	100	194
Total des éléments fertilisants	1.030	8.782	14.630	1.640	2.749	698	810	1.780
millions d'habitants (1962)	17.2	206	434	95	221	224	269	952
Eléments fertilisants (kg par habitant)	59.5	42.6	33.7	17.3	12.5	4.0	3.0	1.8

^a. Source: Docteur Raymond Ewell, Famine and Fertilizer, State University of New York - Buffalo, Chemical and Engineering News, 19 décembre 1964, d'après l'annuaire de la FAO sur la production pour 1963.

^{a/} .. l'exception de l'URSS

^{b/} A l'exception de la Chine et du Japon.

IV. P.RISPECTIV. à R. P. DE LA FAUNE ET DE LA FLORA DE L'A.FRIQUE D'EST

42. L'accroissement démographique est très rapide (voir tableaux 2, 3, 4 du tableau 5). Il faut s'attendre à ce que la population ait dépassé 110 millions avant 1980. Pour les calculs qui vont suivre, nous pouvons partir de l'hypothèse que l'augmentation de la population sera d'environ 4 millions entre 1960 et 1980.

43. Ce qui est à peu près certain, c'est qu'avec les méthodes actuelles de culture, les terres ne produiront pas des aliments en quantités suffisantes pour ces millions de nouveaux habitants. A l'heure actuelle, on constate un certain équilibre dans la sous-région entre la population (74,7 millions en 1960 - tableau 12) et les ressources alimentaires. Néanmoins beaucoup d'habitants de la sous-région suffrent de sous-alimentation et de malnutrition, la carence portant principalement sur les protéines d'origine animale. Si la population augmente, l'équilibre qui existe entre le nombre d'habitants et les ressources alimentaires sera détruit et il faudra introduire de nouvelles méthodes améliorées de production agricole pour obtenir des meilleurs aliments en plus grande quantité.

44. Nous pouvons donc supposer que l'accroissement de la production agricole à prévoir pour 1980 devra répondre à deux nécessités différentes :

- a) La demande totale d'aliments correspondant à un supplément de population de 4 millions,
- b) L'amélioration de l'alimentation de base des 74,8 millions d'habitants actuels de la sous-région (1960), c'est-à-dire au moins 20 % de ce qui est calculé par habitant sous a).

45. a) Si l'on considère qu'un individu a besoin de 2 500 calories par jour et qu'un kilo de céréales fournit environ 3 400 calories, on en déduit qu'un être humain a besoin par jour de 735 grammes de céréales, ou d'environ 208 kg par an. En tenant compte des pertes d'ingrédients et des déchets (20 % de la récolte), il faut tabler sur environ 335 kg de céréales. Ainsi, l'Afrique de l'est aura besoin d'un supplément de 13,4 millions de tonnes de céréales par an (maïs, blé, riz, millet, orge, etc.) pour nourrir 40 millions d'habitants, à raison de 335 kg par an et par habitant.

46. Pour mieux comprendre la situation, il faut ajouter qu'avec leur valeur énergétique de 3.400 calories par kilo, les céréales ne sauraient constituer le seul aliment. Ce chiffre inclut également l'équivalent en céréales d'autres aliments ou même des denrées animales produites avec des céréales. Aux fins de la présente étude, les céréales sont considérées comme symboliques et aussi comme l'équivalent de ce qui est nécessaire pour faire vivre un être humain. Il s'agit évidemment d'un symbole considérablement simplifié, utilisé avec toute la mesure requise. Dans la pratique, le problème est beaucoup plus compliqué et la demande probable pourra être plus importante que les prévisions mentionnées ci-dessus. Mais ni la simplification, ni la sous-estimation de la demande d'aliments ne peut affaiblir notre argument, car si les estimations indiquées dans le présent document sont réellement prudentes, quelle sera en réalité l'importance de la demande future ?

47. a) On peut supposer au départ que l'amélioration de l'alimentation de la population actuelle correspondra à 20 % du chiffre correspondant à 1970, c'est-à-dire $74.700.000 \times 3.35 \times 20\% =$ environ 5 millions de tonnes de céréales. Si l'on ajoute au chiffre aux 13,4 millions de tonnes déjà calculées on obtient 16,4 millions de tonnes de céréales. Comment pourra-t-on se procurer une telle quantité de céréales ? A la lumière des résultats obtenus à la suite des expériences et des démonstrations entreprises depuis des années dans la sous-région (Chapitre II du présent document), les engrangis semblent offrir le meilleur moyen d'augmenter de façon substantielle la production agricole d'ici 1980. On ne pourra sans doute pas utiliser les autres facteurs techniques de production agricole dans des conditions assez rapides et assez généralisées qu'ils jouent un rôle important. Il est vrai qu'en agriculture, il faut appliquer une grande série de facteurs différents pour obtenir de bons résultats de chacun de ces facteurs. Mais il est évident aussi qu'il est impossible d'atteindre un niveau élevé de production agricole sans donner au sol des éléments fertilisants. Les autres facteurs augmentent notamment l'efficacité des engrangis. Meilleures semences, développement de l'irrigation, produits perticidés, et tous les autres facteurs techniques de production doivent être utilisés au maximum, il faut reconnaître toutefois que les engrangis viennent au premier rang parmi

48. À la lumière de l'expérience des autres pays, par exemple des Etats-Unis^{1/} du Japon^{2/}, et de l'Inde^{3/}, on peut supposer que 5 millions de tonnes de teneurs de céréales nécessaires, à savoir 9,2 millions de tonnes, peuvent être obtenues grâce à de plus grandes quantités d'engrais. Le plus difficile est de choisir le coefficient de rendement d'un kilo d'éléments fertilisants à adopter. Ces résultats de certaines expériences et de démonstrations effectuées dans des exploitations de type traditionnel au Kenya ont montré qu'en moyenne :

$$\begin{aligned}1 \text{ kg d'engrais N} &\text{ produit } 2 \text{ kg de céréales et} \\1 \text{ kg d'engrais P}_2\text{O}_5 &\text{ produit } 12 \text{ kg de maïs.}\end{aligned}$$

Puisque dans les conditions propres au Kenya, le rapport entre N et P₂O₅ est d'environ 1 à 2,1 kg d'un mélange des deux éléments dont prendra environ 14 kg de céréales.

49. Dans son article cité plus haut, Raymond Wöll suppose qu'une tonne d'éléments fertilisants produit 8 tonnes supplémentaires de céréales et que deux tiers des engrais devront être employés pour les céréales, le reste pour les autres cultures.

50. En partant d'un rapport de 1 à 1 (qui correspond à l'expérience acquise dans la sous-région; voir Chapitre II du présent document), il faudra en 1980 utiliser environ 67 millions de tonnes d'engrais en Afrique de l'est afin d'obtenir assez de nourriture pour les 40 millions d'habitants supplémentaires, plus 25 millions pour améliorer l'alimentation de la population existante, ce qui fait en tout 92 millions de tonnes d'éléments fertilisants.

51. Pour augmenter les cultures commerciales destinées à l'exportation, il faudra aussi des quantités d'engrais supplémentaires, mais il est difficile de fixer un chiffre. Supposons ici que les cultures commerciales

^{1/} Review of United States imports of its agriculture, Development and Trade Analysis Division, Economic Research Service, U.S. Department of Agriculture, Washington, 1964.

^{2/} S.Y. Yang, Farm Development in Japan, FAO, Rome, 1962
^{3/} M.L. Williams and J. Gauster, FAO, Rome, 1962

exigeront le double de la consommation globale actuelle d'engrais, ce qui ferait environ 240 mille tonnes d'éléments fertilisants. Ainsi, selon les calculs indiqués plus haut, la demande d'engrais en 1980 sera d'environ 1.160.000 tonnes d'éléments fertilisants purs (environ 464.000 tonnes de N, environ 464.000 tonnes de P₂O₅ et environ 232.000 tonnes de K₂O).

Tableau 7

Demande présumée d'engrais en Afrique de l'Est en 1980
(en milliers de tonnes d'éléments fertilisants purs)

Usage	Azote N	Phosphore P ₂ O ₅	Potasse K ₂ O	Total
Total	464	464	232	1160
Cultures vivrières	.	.	.	920
Cultures commerciales	.	.	.	240

52. Il faut se rappeler qu'en ne pourra faire face à cette demande d'engrais que dans des conditions particulièrement favorables. Là où les pays ont fixé des objectifs de consommations d'engrais, les chiffres sont beaucoup moins élevés.

Objectifs fixés par les pays

Azote

53. Le graphique 2 indique les chiffres fixes par six pays (Kenya, Ouganda, Tanzanie, Rhodésie, Zambie, Malawi) et communiqués à la FAO.

Kenya

54. Un groupe de travail a évalué les perspectives des besoins du Kenya en matières d'engrais sur la base d'une publication de la FAO intitulée "Fertilizers and Economic Development". Ce groupe de travail, qui a également adopté 1980 comme année limite, à l'instar de la publication, est arrivé à la conclusion suivante : "en 1980, les besoins totaux du Kenya en engrais seront d'environ 1.000 tonnes d'éléments fertilisants, surtout des phosphates et de l'azote".

1/ * Pas de traduction française N.D.P.

55. Étant donné les proportions dans lesquelles le Kenya utilise les divers engrangis, on peut avancer qu'en 1980 l'azote représentera 33 % de la consommation totale, c'est-à-dire qu'il faudra 33 000 tonnes d'azote.

Uganda

56. En juin 1964 on a estimé les besoins de l'Uganda en 1970, en matière de sulfate d'ammoniaque, en s'inspirant des recommandations actuelles relatives à l'utilisation et en supposant que des fortes subventions des engrangis agricoles consenties allant jusqu'à 75 % du coût à la livraison au domicile de l'exploitant. Les objectifs pour 1970 sont de 92 000 tonnes de sulfate d'ammoniaque ou 18 400 tonnes d'azote (20 %). Le prolongement de la ligne sur le graphique 2 indique 36 500 tonnes d'azote pour 1980.

Tanzanie

57. Bien que la consommation d'engrais soit très faible en Tanzanie, il y a bien de mentionner les besoins de l'agriculture, même si elles sont relativement modestes. Le Département des études du conseil de l'agriculture a procédé à une enquête très complète en vue de déterminer les besoins du pays. On estime qu'en 1968 la Tanzanie utilisera environ 30 000 tonnes de sulfate d'ammoniaque ou 6 000 tonnes d'azote. Le prolongement de la ligne qui a été ajusté de façon à correspondre aux augmentations annuelles dans les autres pays, donne 24 000 tonnes d'azote pour 1980.

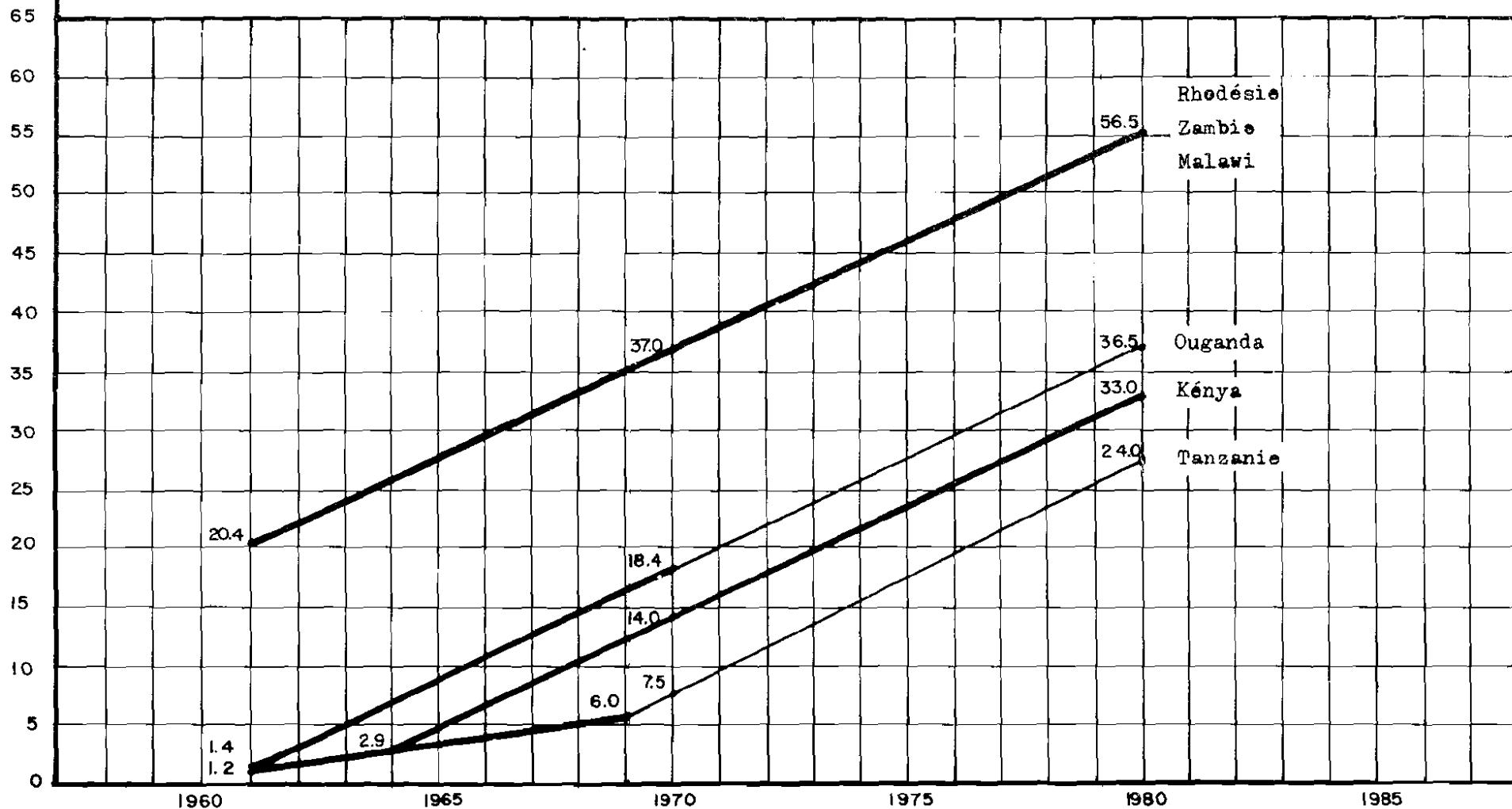
Rhodésie, Zambie, Malawi

58. Les estimations de la consommation agréées par le Ministère de l'agriculture ont fait l'objet de discussions avec des fonctionnaires du Ministère du commerce, de l'industrie et du développement, et les chiffres suivants ont été retenus (en milliers de tonnes) :

1965	-	30,7
1970	-	38,7
1975	-	47,1
1980	-	56,5
1984	-	63,7

(milliers de tonnes)

Graphique 2 - Consommation d'engrais azotés - Objectifs de quelques pays de l'Afrique de l'est
(en milliers de tonnes d'azote)



59. Sur ces chiffres d'ensemble qui concernent les trois pays, les besoins de la Rhodésie représentent environ 85 %, ceux de la Zambie 10 % et ceux du Malawi 5 %. Sur le graphique 2, la droite correspondante commence à 20,4 mille tonnes et finit à 56,5 mille tonnes d'azote.

Tableau 8

Objectifs de la consommation d'engrais azotés en 1980

Pays	Consommation en 1980 en milliers de tonnes de N
Tanzanie	24,0
Kénya	33,0
Ouganda	36,5
Rhodésie	48,0
Zambie }	8,5
Malawi }	
Total	150,0

60. La consommation d'engrais azotés des six pays figurant au tableau 8 représente presque 70 % de la consommation actuelle totale de la sous-région (tableau 4 - colonne azote = 1963/1964). En supposant que les autres pays augmenteront leur consommation d'engrais au même rythme annuel, il est facile de calculer l'objectif pour l'ensemble de la sous-région :

$$150.000 \times \frac{100}{70} = \text{approximativement } 215.000 \text{ tonnes d'azote}$$

Phosphore

61. Le diagramme 3 indique les objectifs de cinq pays.

Kénya

62. Les conditions dans lesquelles les divers engrains sont utilisés au Kénya ne sont pas les mêmes que dans les autres pays de l'Afrique de l'est. Le phosphore vient au premier rang. C'est pourquoi nous supposerons que 50 % de la future consommation reviendront à P_2O_5 ($N = 33\%$, $P_2O_5 = 50\%$, et $K_2O = 17\%$).

Tanzanie

63. Ce pays, qui commence presque à zéro, a l'intention de porter sa consommation de phosphore à 10.000 tonnes en 1968. Le prolongement de la ligne indique 34.000 tonnes en 1980.

Rhodésie, Zambie, Malawi

64. Grâce à l'existence d'usines de superphosphate, ces trois pays utilisent plus de phosphore que les autres pays de la sous-région. En augmentant la capacité des usines, on pourra accroître l'utilisation de cet engrais, comme l'indique le graphique 3.

Tableau 9

Objectifs de la consommation d'engrais phosphatés en 1980

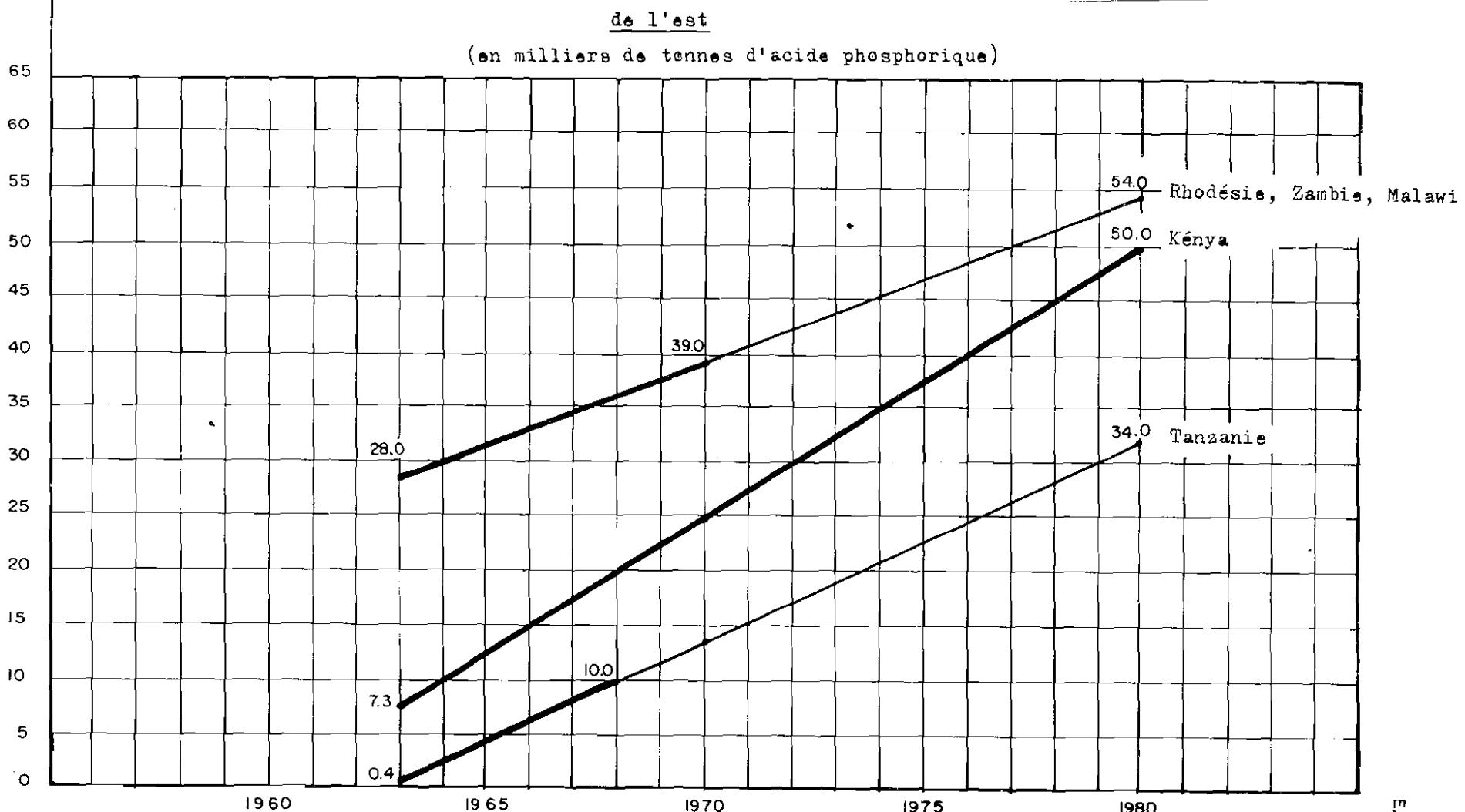
Pays	Consommation en 1980 en milliers de tonnes de P_2O_5
Tanzanie	34,0
Kénya	50,0
Rhodésie } Zambie } Malawi }	54,0
Total	138,0

65. La consommation de ces cinq pays représente environ 75 % de la consommation totale actuelle de phosphore dans la sous-région (Tableau 4 - colonne phosphore 1963/64). En supposant que dans les autres pays de la sous-région le taux annuel d'accroissement sera le même, nous obtenons au total pour 1980 un objectif de 185.000 tonnes.

66. Pour le potassium, on peut définir l'objectif en calculant le rapport entre les éléments N, P_2O_5 et K_2O . On obtient 120.000 tonnes de K_2O .

(milliers de tonnes)

Diagramme 3 - Consommation d'engrais phosphatés - Objectifs de quelques pays de l'Afrique



(milliers de tonnes)

Diagramme 4 - Consommation d'engrais en Afrique de l'est
(en milliers de tonnes d'éléments nutritifs purs)

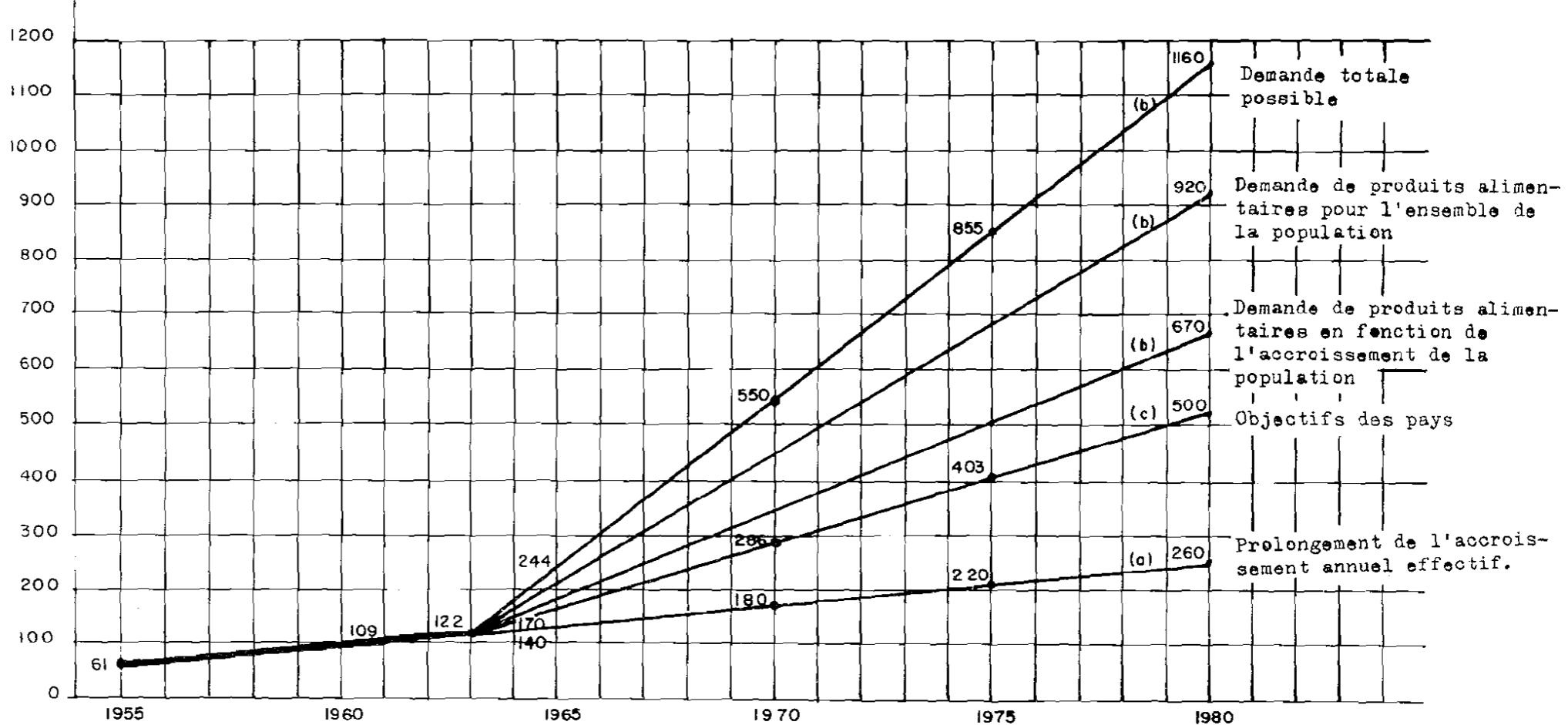


Tableau 10

Objectifs de la consommation d'engrais en 1980

	Consommation en 1980 en milliers de tonnes d'éléments fertilisants
Azote	215
Phosphore	185
Potassium	120
Total	520

67. Comparons maintenant les résultats de nos calculs. Le graphique 4 contient cinq droites :

- a) la droite du bas représente la continuation de l'actuel accroissement annuel;
- b) les droites du haut représentent la demande possible, selon trois variantes;
- c) la deuxième droite à partir du bas indique les objectifs des 6 pays, étendus à l'ensemble de la sous-région.

68. Les droites "b" et "c" auraient dû être des courbes paraboliques plutôt que des droites, mais de toute façon il est impossible d'être précis, étant donné les grandes différences qui interviennent.

Tableau 11

Comparaison des diverses hypothèses concernant
la consommation future d'engrais
en milliers de tonnes d'éléments fertilisants

	1965	1970	1975	1980	Accroissement annuel
Continuation de l'actuel accroissement annuel	140	180	220	260	3
Objectifs des pays	170	285	403	520	23
Demande présumée totale	244	550	855	1.160	61

69. La dernière colonne du tableau 11 indique l'augmentation annuelle des quantités d'engrais utilisées dans la sous-région. Il est intéressant de constater que les trois chiffres figurant dans cette colonne présentent entre eux des différences considérables.

70. L'accroissement annuel a été calculé en divisant par 17 la différence entre les chiffres de 1980 et ceux de 1963. Cette méthode est imposée par le système des lignes droites. En réalité, l'accroissement devrait être minimum au début de la période considérée pour augmenter avec le temps et atteindre sa valeur maximum à la fin de la période. Cependant, le système de présentation adopté doit suffire pour faire apparaître les différences entre les objectifs et la demande possible.

71. Le tableau 12 indique la demande possible d'engrais dans les divers pays de la sous-région. La demande est calculée selon les hypothèses retenues dans le présent document. Les notes du tableau 12 expliquent les méthodes de calcul utilisées. Les chiffres les plus sujets à caution sont ceux qui figurent à la colonne 8 (demande d'engrais pour les cultures commerciales destinées à l'exportation). Il n'existe pas de plans nationaux pour l'expansion des cultures commerciales jusqu'en 1980. Il semble que l'hypothèse selon laquelle la consommation d'engrais pour les seules cultures commerciales sera le double de la consommation globale actuelle ne s'applique pas à certains pays, à ceux en particulier où les engrais sont très peu employés aujourd'hui (Ethiopie, Somalie, Tanzanie, Ouganda, Mozambique, Madagascar). C'est pourquoi les chiffres de la colonne 9 (demande totale des pays) sont probablement plus proches de la réalité que ceux des colonnes allant de 5 à 8.

72. Les quatre dernières colonnes donnent une représentation de la demande par groupe de pays et par élément fertilisant. Pour chacun de ces groupes, on suppose que les proportions des éléments fertilisants sont les mêmes, à savoir : 40 N, 40 P₂O₅, 20 K₂O. Dans l'ensemble, ces proportions correspondent dans une certaine mesure aux besoins d'engrais dans la sous-région, bien que dans la consommation actuelle la proportion de K₂O soit plus importante (tableau 4 - 46 N, 46 P₂O₅, 29 K₂O).

Tableau 12

Besoins d'engrais en 1980, par pays

Pays	Population (millions hab.) ^{a/}			Demande d'engrais en 1980 (milliers tonnes)					Objectif pays 1980 milliers tonnes	Demande de groupes de pays milliers tonnes			
	1960	1980	Accroissement	Amélioration alimentaire pour population supplémentaire ^{b/}	Ressources vivrières ^{c/}	Cultures total ^{d/}	Cultures commerciales pour exportation ^{e/}	Demande totale		NPK	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Ethiopie	20,0	29,0	9,0	67,0	150,8	217,8	0,8	218,6	.	240,4	96,2	96,1	48,1
Somalie	2,0	2,9	0,9	6,7	15,1	21,8	.	21,8	.				
Burundi	2,5	4,2	1,7	8,4	28,4	36,8	.	36,8	.				
Rwanda	2,7	3,5	0,8	9,0	13,4	22,4	.	22,4	.				
Kenya	8,1	13,6	5,5	27,1	92,1	119,2	22,4	141,6	100,0	407,7	163,1	163,1	81,5
Tanzanie	9,5	14,6	5,1	31,8	85,4	117,2	6,6	123,8	55,0				
Ouganda	6,7	10,0	3,3	22,4	55,3	77,7	5,4	83,1	.				
République	3,6	7,1	3,5	12,0	58,6	70,6	120,0	190,6	112,6				
Zambie	3,2	5,7	2,5	10,7	41,9	52,6	15,8	68,4	.				
Malawi	3,5	6,1	2,6	11,7	43,6	55,3	7,0	62,3	.				
Mozambique	6,5	9,1	2,6	21,8	43,6	65,4	6,8	72,2	.				
Madagascar	5,4	7,6	2,2	10,1	36,8	54,9	3,6	58,5	.	519,9	205,0	208,0	103,9
Ile Maurice	0,7	1,1	0,4	2,3	6,7	9,0	42,0	51,0	.				
Réunion	0,3	0,5	0,2	1,0	3,3	4,3	12,6	16,9	.				
	74,7	115,0	40,3	250,0	675,0	925,0	243,0	1168,0	500,0	1168,0	467,2	467,2	233,6
										100,0	40,0	40,0	20,0

a/ Sources comme au tableau 13

b/ Chiffres de la colonne 2 multipliés par 3,35 kg d'engrais (consommation par an, par habitant)

c/ Chiffres de la colonne 4 multipliés par 16,75 kg d'engrais (consommation par an, par habitant)

d/ Chiffres de la colonne 5 + chiffres de la colonne 6

e/ Consommation globale d'engrais en 1963/64.

A l'avenir, toutefois, le rôle du potassium est appelé à s'amenuiser par rapport à celui de l'azote et du phosphore, et ceci pour deux raisons : 1) caractéristiques de la production (céréales gagnant de l'importance aux dépens des plantes sarclées) et 2) la forte teneur en potassium de la plupart des sols de la région. On suppose que les proportions d'éléments fertilisants purs indiqués au tableau 12 resteront valables en 1980.

73. Dans certains pays de la région considérée (Kenya, Malawi et autres), la proportion actuelle du phosphore utilisé dépasse 40 % du total des éléments fertilisants consommés. Cependant, à mesure que la consommation d'engrais s'accroît dans le monde, l'azote prend de plus en plus d'importance par rapport aux autres éléments. C'est pourquoi on supposera que la consommation d'azote et celle de phosphore seront égales à l'avenir, d'où les proportions égales qui leur sont attribuées.

74. Il est peu probable que le premier des trois groupes du tableau atteigne la consommation d'engrais indiquée. En effet, il suffit de considérer que la consommation d'engrais en Ethiopie et en Somalie est presque nulle pour le moment. Pour les deux autres groupes, les chiffres sont plus près de la réalité, car il est plus probable que les pays qui en font partie soient capables d'augmenter leur consommation d'engrais de façon à faire face à la demande virtuelle. Ceci est particulièrement vrai pour la Rhodésie, l'île Maurice, le Kenya et la Réunion.

75. Les trois dernières colonnes du tableau 12 ont trait à l'ensemble des besoins futurs d'azote, de phosphore et de potassium. Mais il faut définir ces besoins selon le type d'éléments fertilisants dans chaque groupe. Dans le cas du potassium, il n'y a pas de difficulté, car la plus grande partie de cet élément est utilisé sous forme de chlorure de potasse (KCL) qui contient de 48 à 52 % de K₂O et environ 47 % de chlore. Le chlorure de potassium s'obtient en éliminant le chlorure de sodium de la sylvinita qui est un chlorure de potassium naturel. Le fort pourcentage de K₂O que contient le chlorure de potassium est très avantageux, car il en résulte une réduction des frais de transport.

Tableau 13
Les principaux engrais azotés

	Pourcentage d'azote	Formule chimique	Caractéristiques les plus importantes
Nitrate de soude	environ 16	NaNO_3	Gisements naturels (Chili) ou produit synthétique, N très soluble sous la forme la plus directement assimilable par les plantes, engrais à action rapide, sujet au lessivage
Sulphate d'ammoniaque	20,5	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	Augmente l'acidité du sol, résiste au lessivage, contient environ 23 pour cent de soufre
Nitrate de chaux	17	$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	Contient environ 34 pour cent de chaux (CaO), excellent pour les sols acides ou pour certaines plantes comme les légumes qui réclament beaucoup de chaux.
Cyanamide calcique	environ 21	Ca CN_2	Contient 70 pour cent de chaux hydratée, résistant au lessivage, peut être toxique, utilisable comme désherbant
Urée	environ 46	$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$	Pourcentage maximum de N, augmente légèrement l'acidité du sol, de plus en plus employé dans le monde
Nitrate d'ammoniaque	33	NH_4NO_3	Très soluble, encore plus résistant au lessivage que le nitrate de soude; N directement assimilable par les plantes sous deux formes : ammoniaque et nitrate; pourcentage élevé de N; utilisé pour les explosifs
Solutions d'ammoniaque	20-50	NH_4OH	De plus en plus employé dans le monde, transporté par camions-citernes, introduit par des systèmes de tuyaux dans les eaux d'irrigation et les engrais mixtes

76. Le choix d'un engrais contenant de l'azote et du phosphore est plus difficile car il en existe un grand nombre. Le tableau 13 présente quelques un des plus importants engrais azotés.

77. Les engrais phosphatés s'obtiennent à partir des phosphates naturels qui peuvent être utilisés sans autre transformation que le broyage sous la forme superphosphate simple qui contient de 16 à 20 % d'acide phosphorique (sous forme de P_2O_5); on l'obtient en traitant les phosphates naturels avec de l'acide sulfurique. Il se dissout facilement dans l'eau et reste bien dans le sol où il est retenu par le phénomène colloïdal. Le superphosphate est neutre dans le sol. Il contient de 19 à 20 % de calcium environ et également de 10 à 12 % de soufre, ce qui est très important pour certains sols (Kenya et Zambie - voir Chapitre II du présent document)^{1/}.

78. Le superphosphate concentré (double et triple) est élaboré généralement en traitant le phosphate naturel avec de l'acide sulfurique puis avec de l'acide phosphorique. Cet engrais contient de 45 à 48 % d'acide phosphorique. Son prix de revient est plus élevé et il est légèrement plus cher par unité d'acide que le superphosphate simple, mais son transport est moins coûteux ce qui est très important pour les exploitants. Il existe également un autre engrais phosphaté : les scories de déphosphoration qui contiennent de 10 à 20 % d'acide phosphorique combiné avec une quantité importante de chaux (30 à 50 %). Cet engrais est un sous-produit de l'industrie sidérurgique, surtout en Europe où les minerais de fer contiennent beaucoup de phosphore, élément qu'il faut éliminer avec les autres impuretés pour obtenir un acier de qualité supérieure. On utilise les scories de déphosphoration en application directe. Étant donné son effet basique très net, cet engrais est utile dans les sols acides mais l'est moins dans les sols alcalins.

1/ Le soufre est un élément fertilisant d'une importance égale à celle de l'azote, du phosphore et du potassium. De grandes quantités de soufre sont employées comme élément constituant de certains engrais tels que le superphosphate simple et le sulfate d'ammoniaque.

79. Il faut tenir compte des caractéristiques des engrains ci-dessus si l'on doit prendre des décisions d'ordre industriel. En revanche, les caractéristiques agricoles sont également très importantes. Il faut se rappeler que :

- a) une grande partie des sols de la sous-région manque de soufre, au Kenya, en Zambie et dans d'autres pays.
- b) la plupart des sols de la région sont neutres ou presque neutres, mais des sols acides existent également (Rhodesie).
- c) le transport des engrais, qui coûte très cher, est un facteur des plus importants, d'où l'avantage des engrais concentrés.
- d) toutefois, la concentration des engrais exige une meilleure connaissance de leur emploi car un élément fertilisant concentré risque d'être nocif plutôt que favorable.

80. Il faut aussi tenir compte des problèmes relatifs à la production industrielle : coût de l'investissement et de la production par unité d'engrais fabriqué, existence de matières premières et autres facteurs.

V. COMMENT INCITER LES AGRICULTEURS D'AFRIQUE DE L'EST A UTILISER DES ENGRAIS

81. Si l'on considère que de 1961/62 à 1964/65 la consommation mondiale d'engrais est passée de 7 millions de tonnes à plus de 30 millions de tonnes, il ne semble pas impossible que la consommation d'engrais en Afrique de l'est passe de 120.000 tonnes à un million de tonnes en 17 ans; mais si l'on considère les facteurs en raison desquels il est difficile aux agriculteurs de la région d'utiliser des engrais, on se rend compte que l'objectif d'un million de tonnes d'engrais sera en réalité très difficile à atteindre. Ces facteurs restrictifs sont les suivants :

- a) Le coût élevé des engrais (voir Tableau 14). Les frais de transport représentent une forte proportion du coût total des engrais. On ne pourra réduire ces frais que par les expéditions en grandes quantités, ce que la consommation actuelle ne justifie pas.
- b) La valeur minime de nombreux produits agricoles de la région, tels que le manioc, les bananes et le maïs. La plupart des produits agricoles non destinés à l'exportation ont une très faible valeur et bien qu'ils réagissent généralement dans des conditions très sensibles à l'application d'engrais (voir Chapitre II du présent document), l'augmentation du rendement n'est peut-être pas suffisante pour en justifier l'utilisation.
- c) Le niveau relativement bas de l'agriculture en Afrique de l'est. Les engrais ne sauraient se substituer aux bonnes méthodes de culture; il faut plutôt les considérer comme faisant partie intégrante de ces bonnes méthodes.
- d) Le très faible rendement de certaines cultures, en particulier des cultures vivrières dans des pays tels que l'Ethiopie, Madagascar et le Mozambique. La production de nouvelles variétés par le sélectionneur pourrait permettre d'augmenter peu à peu les rendements.
- e) L'insuffisance des quantités d'engrais disponibles et les imperfections du système de distribution. C'est peut-être là le problème essentiel à résoudre si l'on veut étendre l'utilisation des engrais.

- f) Le manque de renseignements sur les engrais nécessaires et sur les modes d'emploi applicables dans des conditions données. Il est relativement facile d'inciter les grandes exploitations agricoles à utiliser les engrais; mais le plus important est de les faire accepter par les petits agriculteurs. Les services de vulgarisation peuvent contribuer efficacement au développement de l'usage des engrais en Afrique de l'est.
 - g) Les régimes fonciers qui existent en Ethiopie, à Madagascar et dans certains autres pays, qui ne sont pas favorables à l'utilisation rentable des engrais.
 - h) Le manque de semences appropriées, l'insuffisance des mesures de lutte contre les maladies et les insectes et des autres pratiques nécessaires pour que l'efficacité des engrais soit aussi grande que possible.
 - i) La main-d'œuvre supplémentaire qui est nécessaire pour appliquer les engrais à un moment de l'année où il y a beaucoup à faire. L'adoption d'un système d'application des engrais dans les exploitations mixtes permettrait de réduire cette main-d'œuvre.
 - j) La résistance des exploitants aux nouvelles techniques. On peut espérer améliorer progressivement cet état de choses par l'éducation, la propagande et des démonstrations.
82. Il faudra surmonter toutes ces difficultés et tous ces obstacles pour que l'utilisation des engrais se répande en Afrique de l'est. Les mesures prises dans ce sens par les gouvernements sont très importantes.

Tableau 14

Prix payés par l'exploitant pour 100 kg. d'éléments fertilisants dans certains pays choisis. Dollars SU en 1961/62^z

Type d'engrais	Kénya ^{a/} 1961/62	Réunion 1961	Rhodesie ^{b/} et Nyassaland 1961/62	Rép. Fed. d'Allemagne 1961/62	Royaume- Uni
<u>Engrais azotés</u>					
Sulfate d'ammonium	27,6	33,8	29,1	26,5	14,1 ^{e/}
Nitrate d'ammonium	-	31,3	-	26,0	18,8 ^{e/}
Nitrate de calcium	-	59,4	33,1	32,0	27,7 ^{e/}
Nitrate de sodium	-	-	59,0	31,2	-
Cyanamide calcique	-	-	-	32,2	-
Urée	25,6	24,6	25,5	-	23,8 ^{e/}
<u>Engrais phosphates</u>					
Superphosphate, teneur en P ₂ O ₅ :					
nitricure à 25 %	18,8 ^{d/}	-	27,0	20,2	11,65 ^{f/}
égale ou supé- rieure à 25 %	23,0	-	22,4	-	-
Scories de déphos- phoration	24,4	-	30,3	13,8	-
<u>Engrais potassiques</u>					
Sulfate de potassium	16,2	-	16,0	9,2	13,2
Chlorure de potassium teneur en K ₂ O 60 %	11,6	-	12,6	7,1	10,5

^z Source : Engrais : Rapport annuel sur la production, la consommation et le commerce dans le monde, 1962 FAO, Rome.

- a) Novembre-Octobre, f.o.r. Mombasa; réduction offerte pour achats en grandes quantités
- b) Avril-Mars, 1959/60 à 1961/62, f.o.r. Salisbury
- c) Net de subside de 10 %
- d) f. o. r. fabrique de Tuybo
- e) Net de subside de \$ 11,48
- f) Net de subside de \$ 9,24

83. Les mesures suivantes sont importantes, sinon indispensables, pour l'application des méthodes d'exploitation à l'augmentation de la production agricole :

- a) Elargissement considérable des services de recherche et de vulgarisation pour tenir les agriculteurs au courant et les aider à appliquer les méthodes modernes.
- b) Démonstrations pratiques sur l'utilisation des engrais, combinées avec d'autres moyens de vulgarisation et de publicité (films, émissions radiophoniques, imprimés, articles, etc.)
- c) Mise au point d'un système efficace de fixation des prix et de distribution des produits agricoles et des fournitures dont les exploitants ont besoin pour l'application des méthodes modernes.
- d) Système efficace de distribution des engrais, combiné éventuellement avec un système de subventions compensant les frais de transport vers les régions très éloignées, pour que le prix des engrais soit le même pour tous les exploitants agricoles.
- e) Mise au point d'un système de crédit aux cultivateurs offrant une protection suffisante contre des risques ne dépendant pas de la volonté humaine, tels que la sécheresse dans certaines régions.

VI. RESUME

84. Les possibilités d'expansion agricole sont considérables dans la sous-région considérée. Actuellement, 6,4 pour cent seulement de la surface totale sont cultivés. De vastes étendues sont utilisées comme pâturages. En Ouganda, au Rwanda, au Burundi et au Kenya, la répartition des précipitations varie d'une saison des pluies à l'autre, le nombre des récoltes ne variant que du simple au double. Cette région est en grande partie montagneuse; les différences d'altitude, de températures et de précipitations sont des caractéristiques climatiques importantes qui permettent de diviser le territoire en six zones.

85. Les sols de la sous-région vont du type désertique et subdésertique aux sols alluviaux et à l'argile brune, mal drainée et difficile à travailler des plaines, en passant par les sols sablonneux, acides, rouges, jaunes et brun-rouges des hauteurs qui entourent le lac Victoria. Tous ces types de sols se rencontrent dans la même zone. Sur le plateau oriental, on trouve aussi bien des sols alluviaux que des sols forestiers ou sablonneux, profonds et friables, ainsi que des sols argileux bruns et des sols rouges et jaunes des forêts tropicales dont les usages sont divers.. Dans les montagnes, on trouve des sols volcaniques très fertiles et des sols forestiers noirs, bruns ou rouge foncé. On constate donc dans l'ensemble une mosaïque composée de nombreux types de sols.

86. A l'exception des sols de montagne, les sols ost-africains sont en général peu fertiles. Leur teneur en matières organiques et leur capacité d'échange sont de faibles à très faibles. Le pH des couches arables est de 5 dans les zones très arrosées et de 7,5 dans les zones plus sèches. Les sols sont en général très pauvres en azote et en phosphore, et dans certaines parties de la sous-région, comme le Kenya, la teneur en phosphore est également très faible. Ils sont plus riches en potasse et souvent l'application de cet engrangage ne donne aucun résultat. Les sols du Kenya, de la Zambie et de certains autres pays accusent une carence généralisée en soufre. Les rendements varient énormément: faibles dans les zones cultivées par les Africains, ils sont élevés ou même très élevés dans les zones de peuplement européen.

87. À l'exception du Burundi, du Rwanda, des hauts plateaux éthiopiens et du Kenya, la densité de population est faible; la culture itinérante et le faouge sont généralisés sur de vastes zones peu peuplées. En raison de la culture itinérante, un faible pourcentage seulement des terres arables est cultivé. Dans les parties de la sous-région où la population est dense, celle-ci s'accroît très rapidement; il faudra trouver un moyen de supprimer la jachère forestière et d'utiliser la terre d'une manière plus productive. À cette fin, il faudra tenir compte de nombreux facteurs, mais l'un des plus importants de ces facteurs est l'utilisation des engrangis. Il faudra utiliser davantage d'éléments fertilisants afin d'obtenir les rendements permettant d'augmenter la consommation alimentaire des populations et d'améliorer leur nutrition. Les engrangis seront indispensables non seulement pour accroître rapidement les rendements, et tirer le meilleur profit des variétés de semences améliorées et des autres méthodes agricoles modernes, mais aussi pour éviter que les sols ne s'appauvrisse davantage.

88. En se livrant depuis longtemps dans la sous-région, à des expériences dont les résultats, obtenus surtout dans des stations expérimentales, démontrent que l'azote et le phosphore sont les engrangis les plus nécessaires. Une première application d'environ 40 kg d'azote et 40 kg de P_2O_5 à l'hectare donne les meilleurs résultats du point de vue de la rentabilité. Le dosage dépend du type de sol, de la plante cultivée et de divers autres facteurs. L'application de potasse n'est indispensable que dans certaines zones; dans la plus grande partie de la sous-région, en effet, cela ne donne aucun résultat. Parfois il est absolument indispensable de faire également des apports de soufre et certains autres éléments moins importants.

89. En 1961-1962, la consommation d'engrais en Afrique de l'est a dépassé l'équivalent de 10 000 tonnes d'éléments fertilisants purs, ce qui correspond à 3 kg d'engrais par hectare de terre arable, ou 1,5 kg par habitant. Mais la consommation, notamment la consommation par hectare de terre arable, varie considérablement d'un pays à l'autre. Les plus fortes consommations sont celles de l'Ile Maurice (233 kg/ha), de la Réunion (165 kg/ha), et de la République (33,3 kg/ha), et les consommations

les plus faibles, celles de l'Ethiopie et de la Somalie, pays qui n'utilisent pratiquement pas d'engrais.

90. Etant donné l'expansion démographique ainsi que la nécessité d'améliorer la nutrition et de développer les cultures d'exportation, on suppose dans le présent document qu'en 1980 la demande d'éléments fertilisants dépassera un million de tonnes, dont 40 pour cent d'azote, 40 pour cent de phosphore et 20 pour cent de potasse.

91. Il ne sera possible de développer la consommation d'engrais que par les recherches appliquées, une vulgarisation intensive, et, surtout, un meilleur système de distribution des engrains, système qui devra pourvoir à l'approvisionnement, à des facilités de crédit, à des services de commercialisation et éventuellement à des subventions.

ANNEXE I

Résultats des expériences faites dans certains pays de la sous-région

Kenya

Les principales entreprises axées avant 1952 sur une étude des engrangis et de la fertilité des sols du Kenya sont le Highland Fertilizer Scheme et l'African Fertilizer Scheme. Les études se sont limitées aux grandes zones productrices de céréales des hauts plateaux et sur la partie nord-ouest de la zone de la province de Nyanza cultivée par les Africains. Les principaux engrangis utilisés ont été les superphosphates, le phosphate de soude, le phosphate naturel et le sulfate d'ammonium. En ce qui concerne l'effet des engrangis dans les autres régions du Kenya, les renseignements qu'on a pu recueillir ont été fournis par les résultats d'un petit nombre d'essais dispersés réalisés par le personnel des services agricoles des districts. L'étude des effets des combinaisons d'engrais sur la croissance des céréales s'est bornée à des comparaisons portant sur divers engrangis phosphatés en tant que source de phosphore, la seule véritablement d'importance concernant le superphosphate et le phosphate de soude.

En 1952 des études sur les engrangis ont été étendues à de nouvelles zones des provinces de Nyanza, du centre et de la côte. Elles portaient sur le sulfate d'ammonium, le superphosphate et le chlorure de potassium. En raison de son prix avantageux, le phosphate naturel ougandais a fait l'objet d'un intérêt particulier; on a cherché au premier lieu à comparer l'effet à long terme d'applications répétées à celui des phosphates à action rapide. De 1952 à 1959 les essais se sont multipliés et la gamme des engrangis utilisés s'est étendue. Les engrangis phosphatés utilisés ont été les superphosphates, simple et double, le phosphate naturel ougandais, le guano, le phosphate de soude, les scorics de déphosphoration, le phosphate de magnésium et, à la fin de la période considérée, le phosphate d'ammonium. Quant aux engrangis azotés on a utilisé le sulfate d'ammonium, l'urée, le nitrate de soude, nitrate de chaux, le cyanamide calcique et sulfonitrate d'ammonium. Pour les engrangis potassiques, on a utilisé le chlorure de potassium combiné à une petite quantité de sulfate de potassium. À l'occasion d'un grand nombre d'essais, on a continué à évaluer l'efficacité des divers engrangis phosphatés, pour ce qui est des réactions immédiates

comme les réactions résiduelles. Tous l'ensemble, c'est le superphosphate double qui a été préféré; dans certains cas, pour le pyrèthe, les légumineuses et les herbages, les scories de déphosphoration et le phosphate de soude se sont révélés aussi efficaces.

La plus grande partie des essais ont porté toutefois sur l'application de N, P et K, généralement sous forme de mélanges de superphosphate double, de sulfate d'ammonium et de chlorure de potassium. C'est un fait bien connu que les effets du phosphate sont très étendus et que l'on peut prévoir que la plupart des cultures réagiront favorablement. Les résultats de l'azote, bien favorables dans des conditions plus larges que ne l'avaient montré les premières expériences, sont beaucoup moins constants et dépendent manifestement dans une grande mesure du moment de l'application et des conditions climatiques. Dans les résultats enregistrés à la suite de ces expériences, il est difficile de trouver une preuve réelle d'une réaction du potassium; on constate même que dans de nombreux cas son application s'est traduite par une baisse du rendement. Les chiffres donnés ci-après (tables 1 et 2) sont tirés de l'Annual Report of the Senior Soil Chemist^{1/}.

Ce rapport résume les recherches effectuées de 1953 à 1961 sur les effets néfastes du chaulage sur certains types importants de sol des hauts plateaux et sur les cultures qu'ils portent. Des expériences ont été faites en quatre endroits: Kaptagat, Eldoret, Nolo et South Kinangop. Dans les trois premiers cas, les sols sont des limons brun-rouges et dans le dernier des limons gris kaoliniques; leur pH est d'environ 5. Des engrangements ont été appliqués tous les ans au cours du cycle du blé. Au moment de la plantation on a appliqué du superphosphate double à raison de zéro (DS₀), 100 (DS₁), 200 (DS₂) et 400 livres (DS₃) par acre (11, 22 et 44 kg/ha). A Eldoret on n'a pas procédé à la dernière application de 44 kg. Quand le blé a atteint une cinquantaine de centimètres, on a procédé à des applications soit de sulfate d'ammonium (N) soit de chlorure de potassium (K), à raison chaque fois de 22 kg à l'hectare. A Nolo et Kinangop on a combiné l'application de N et de K. A Eldoret on a appliqué K et la combinaison N + K, mais pas N seul. On a cultivé du blé en trois endroits et de l'orge à Kinangop sauf la dernière année du

cycle des céréales, au cours de laquelle en a été fait le bilan. On trouvera ci-après la moyenne annuelle du rendement en céréales de la campagne dans les endroits où ont lieu les essais. Les chiffres entre parenthèses représentent le nombre des campagnes pour lesquelles on a établi la moyenne.

Tableau II
Rendement des céréales après l'application de superphosphate (en livres-poids par acre)^{a/}

Lieux des essais	livres de superphosphate double				RDS ^{b/}	
	C	DS ₁	DS ₂	DS ₃	%	%
DS	DS ₁	DS ₂	DS ₃			
Kaptagat	890	1.327	1.316	1.327	70	93
Kirangop	672	1.099	1.086	1.173	73	106
Iolo	6.7	1.16	1.571	1.457	239	421
Eldoret	3.8	569	642	-	62	83

Le phosphate a donné des résultats très mixtes dans toutes les stations expérimentales, mais variables d'une année à l'autre. À Kaptagat c'est la dose minimum qui a donné les meilleurs résultats; en fait, en 1954, les doses fortes ont provoqué une progressive diminution sensible de rendement ($P < 1\%$): 2.145 kg/ha pour DS₁, 2.844 kg pour DS₁, 2.435 kg pour DS₂ et 2.181 kg pour DS₃, en raison probablement du vent violent qui a couché les céréales sur les parcelles DS₂ et DS₃, ce qui a rendu la moisson difficile. À Kirangop et à Eldoret c'est DS₂ qui a donné les meilleurs résultats; en 1955 la dose la plus forte, DS₃, a fait sensiblement baisser le rendement ($P < 5\%$): 1.191 kg/ha, contre 1.511 kg pour DS₂.

a/ Pour convertir un nombre de livres par acre en kilos à l'hectare, on multiplie ce nombre par 1,13 (1 livre = 1,454 kg et 1 acre = 1,44 ha).

b/ DS = Meilleure différence significative, avec une probabilité de 95% (5%) et 99% (1%).

Source: L... 'holan,Lima Trials, Annual Report of the Senior Soil Chemist, (E.Bellis) Nairobi, 1964

Tableau 2

Rendement des cultures après l'application de K ou de NK (en livres par hectare)

	Pas d'engrangis	K	NK	DS	%	1
Kaptagat	1.148	1.277	-	4	54	
Ildorot	438	531	550	62	83	

La potasse a donné des résultats très nets à Kaptagat et à Ildorot. Le rapport entre le rendement et l'année est très significatif dans aucun des deux cas où n'a constaté d'augmentation sensible du rendement, durant les deux dernières années du cycle. En 1953, à Kaptagat, la rouille des tiges et des feuilles était en forte régression après application de potasse.

D'après le rendement annuel moyen relevé, l'application de N ne semble avoir donné aucun résultat. Après la moisson de 1954, on a labouré à Kaptagat et à Ildorot toutes les parcelles, avec le charrue qui les recouvrit, et l'on a fait de même après la moisson de 1955 à Kinangop, sur la moitié de chaque parcelle. La récolte suivante à Kaptagat a révélé une influence positive de N, le rendement étant passé de 775 à 1.294 kg à l'hectare. A Ildorot le rendement moyen de la récolte suivante s'est établi comme suit:

O	K	NK	DS	%	1
468	485	561	95	128	
(460)	(548)	(634)	(1073)	(145)	

Le engrangis NK a donné d'excellents résultats.

Le Kenya Fertilizers Working Party Report publié à Nairobi en 1963 par le Ministère de l'agriculture donne des chiffres très intéressants (tableau 3).

Tableau 3quelques rendements obtenus après l'application d'engrais au Kenya

	Engrais	dose par acre	Coût des engrais appliqués à Nakuru (en shillings)	Augmentation du rendement par acre	Valeur de cette augmentation (en shillings par acre)
Pommes de terre	D.S. S.A.	37 à 75 kg 50 à 75 kg	26 à 52 22 à 33	14 sacs 16 sacs	210 150
Maïs	D.S.	effet résiduel ^{d/}	-	185 kg	73
Haricots	S.A.	effet résiduel ^{d/}	-	270 à 315 kg	107 à 124
Maïs	D.S.	effet résiduel ^{d/}	-	85 à 115 kg	
Ble	D.S.	50 kg	34	35 kg	121
Coton	D.S.	100 kg	43	315 kg	124
Riz	D.S.	75 kg	52	45 kg	211
S.A.	37 kg	26	205 kg	77	
Riz	D.S.	50 à 100 kg	34 à 61	125 à 270 kg	55 à 119
S.A.	50 à 100 kg	22 à 43	92 à 250 kg	44 à 112	
Thé	S.A.	200 kg pendant un cycle	87	50 à 178 kg	363 à 1647
Ananas	S.A.	9,0 kg 50 kg 675 kg	389 217 294	4 à 7 tonnes 5 à 6 tonnes 10 tonnes	582 à 119 728 à 874 1456
Café	S.A.	1,0 kg	43	60 à 75 kg	418 à 522
Sisal	S.A.	7,0 kg	303	,8 tonnes de fibres	62
Pyréthre	D.S.	68 à 135 kg	46 à 92	15 à 35 kg en trois ans	951 à 2183
Canne à sucre	S.A.	125 kg 300 kg	54 à 130	6,8 à 17 tonnes de canne	320 à 800
Sorgho	D.S.	50 à 100 kg	34 à 74	1,8 à 10 tonnes	
D.S.	50 à 100 kg	34 à 69	135 à 300 kg de grain		
S.A.	50 à 100 kg	22 à 43	85 à 445 kg de grain		
Tomates	S.A.	100 kg	43	2,7 tonnes	484
Fraises	S.A.	1125 kg	483	10 tonnes	2720
Urée	515 kg	437	9 tonnes	2310	
Tournesols:					
Géant	D.S.	68 kg)	79	105 kg	
Nain	S.A.	75 kg)		175 kg	

Source: T.C.I. Ryan et R. Keapton, the economic aspects of Using Fertilizer, Kenya Fertilizer Working Party Report, annexe 1/3, Ministère de l'agriculture, Nairobi, 1963.

a/ D.S. = superphosphate double

b/ S.A. = sulfate d'ammoniaque

c/ 1 sac = 90 kg

d/ Éléments fertilisants restés dans le sol après l'expérience sur les pommes de terre faite sur le même terrain.

D'après les chiffres du tableau 3, on a calculé l'augmentation brute et l'augmentation nette de la valeur de la production (voir tableau 4).

Tableau 4
Efficacité des engrains au Kenya

Produit	engrais	Augmentation brute moyenne ^{c/}	Augmentation nette moyenne ^{d/}
Pommes de terre	D.S. ^{a/}	5,4	4,4
	S.A. ^{b/}	5,4	4,4
Maïs	D.S.	3,5	2,5
	S.A.	2,9	1,9
Blé	D.S.	4,1	3,1
Corge	D.S.	3,0	2,0
Riz	D.S.	1,8	0,8
	S.A.	2,4	1,4
Thé	S.A.	12,1	11,1
Ananas	S.A.	2,1 à 5,0	1,1 à 4,0
Café	S.A.	10,9	9,9
Sisal	S.A.	1,2	0,8
Pyréthre	D.S.	15,8	14,8
Canne à sucre	S.A.	6,1	5,1
	D.S.	5,1	4,1
Tomates	S.A.	11,2	10,2
Fraiscs	S.A.	5,6	4,6
	uréc	5,2	4,2

a/ superphosphate double

b/ Sulfate d'ammoniaque

c/ Par augmentation brute de la valeur il faut entendre l'augmentation brute de la production, en valeur, par coût unitaire de l'engrais,

d/ Par augmentation nette de la valeur il faut entendre l'augmentation nette de la production, en valeur (augmentation brute dont on soustrait le coût de l'engrais) par coût unitaire de l'engrais.

Certains coefficients sont très élevés (application de sulfaté d'ammoniaque au thé, au café, aux étables, application du superphosphate double ou pyréthre, etc.) certains d'autres ne justifient pas l'utilisation d'engrais (sulfate d'ammoniaque pour le sisal). Dans l'ensemble, cependant, les résultats promettent à l'agriculteur : l'efficacité nette moyenne des engrains est assez élevée pour que leur application soit rentable.

D'après les résultats des expériences entreprises depuis plusieurs années, il est possible de formuler certaines recommandations relatives à l'utilisation des engrains dans différentes parties du Kenya pour les cultures les plus importantes (voir annexe II), "Recommandations relatives au froment, à l'orge de brasserie, au maïs et aux herbes", tirées de "A Guide to Fertilizer Use in Kenya", par A. Bellis)

Tanzanie

Sur le sol sablonneux des collines d'Ukiriguru, les sels régissent favorablement à la plupart des traitements. Le phosphore en particulier donne d'excellents résultats. À la fin de la plupart des campagnes, on a constaté une interaction efficace de l'azote et du phosphore. De forte doses de phosphore, de l'azote utilisé en couverture, les proportions étant variables, ont donné un rendement moyen de l'ordre de 50 kg de coton-graine par hectare et par campagne. Ce rendement est légèrement supérieur au rendement obtenu par l'application de 15 tonnes de fumier de forme à l'hectare une saison sur trois, mais les engrains chimiques n'ont pas l'action résiduelle de longue durée de la fumure organique.^{1/}

Une expérience complète sur le sisal a été lancée en 1959. Les traitements consistent en application de chaux, d'azote, de phosphates et de potasse combinés de toutes les façons, à raison de trois doses différentes pour chaque élément : nulle, moyenne ou forte. Tous les engrains ont été appliqués un fois par an sauf la chaux. Le sisal était

1/ Y.S. Peat et K.J. Brown, The Yield Response of rain-grown cotton at Ukiriguru, in the lake province of Tanganyika, tome I. The use of organic manure, inorganic fertilizers and cotton-sand ash, Empire Cotton Growing Corporation, eastern Region, Department of Agriculture, Ukiriguru, Tanganyika.

coupé sur les différentes parcelles à tour de rôle, au fur et à mesure qu'il arrivait à maturité; la première coupé a été faité au bout de deux ans. Il en résulte que l'on ne dispose de chiffres complets relatifs au rendement que pour la première récolte. Ces chiffres font apparaître une certaine efficacité de l'azote, du phosphate et de la chaux, mais une action nulle de la potasse; des différences de dosage de l'azote n'entraînent aucune différence de rendement. Les interactions entre les engrains ne sont guère sensibles. Cependant, il apparaît clairement que l'azote a accéléré la croissance sur les 54 parcelles où il a été appliqué, 53 ont fait l'objet de deux coupés et cinq de trois coupés, ces dernières accusant jusqu'à présent un rendement à l'hectare de six tonnes à l'hectare. Ces rendements sont comparables aux résultats obtenus antérieurement sur des terres vierges. Sur les 27 parcelles qui n'ont pas reçu d'azote, 15 n'avaient été coupées qu'une fois à la fin de l'année.^{1/}

On a obtenu de très intéressants résultats en appliquant des engrains à du maïs cultivé sur le limon volcanique d'Arusha; ces résultats sont récapitulés dans le tableau ci-après.

Tableau 5

Résultats d'essais d'engrais sur du maïs dans le district d'Arusha

^{a/} En sacs à l'hectare

Champ témoin	...	...	...	18
NPK	...	...	...	18,2
MK	...	...	...	19,8
N	...	...	...	19,9
P	...	...	...	20,5
NP	...	...	...	20,7
K	...	...	...	21,2
PK	...	...	...	21,4

^{1/} Sisal Research Station, Mizingano, Ngomoni Annual Report for the year 1952

Source: East African Agricultural and Forestry Research Organisation,
Fertilizer trial, 1953.

^{a/} 1 sac = 90 kg

On a procédé à des applications d'azote, sous forme de sulfate d'ammonium à des applications de phosphate, sous forme de superphosphate double, à raison de 72 kg par ha, et à des applications de chlorure de potassium à raison de 35 kg par ha (poids de l'engrais et non du produit pur) séparément ou en combinaison. Le résultat le plus intéressant et le plus inattendu est l'action sensible de la potasse qui a entraîné une augmentation de rendement de 17 pour cent par rapport à la parcelle de référence. L'application de phosphate seul a donné lieu également à une augmentation appréciable de rendement qui est intéressante sur ce sol volcanique. Il est difficile d'expliquer les résultats médiocres fournis par FPK, M et I, ils sont peut-être dus au fait que les racines ont été attaquées par une forte concentration de sel soluble peu après l'application des engrais^{1/}.

Essais d'engrais sur des plantations africaines de coton

On a appliqué du phosphate à raison de 100 kg à l'hectare avec le tracé des sillons. Puis on a appliqué du sulfate d'ammonium à raison de 50 kg à l'hectare sur la moitié de chaque parcelle en sillons. Ces opérations ont donné les résultats suivants:

Résumé 6

Essais d'engrais sur le coton

(rendement en livres de coton à l'ha.)

Augmentation du rendement par rapport au rendement des champs témoins

rendement du champ	nombre de parcelles	P	NP	N, par soustraction
moins de 300	44	+ 127	+ 216	+ 89
300 à 400	41	+ 162	+ 242	+ 81
400 à 500	4	+ 13	- 321	+ 177

b) Résumé

nombre total de parcelles	rendement du champ témoin	action de P (obtenue par soustraction)	Différence significative
125	335	+ 145	53

Source: Summary of Experimental Work, Lake Province, 1955 Annual Report of the Department of Agriculture, Part III.

^{1/}African Agricultural and Forestry Research Organisation, Fertilizer trial 1953

D'après les résultats obtenus, il apparaît que N et P entraînent tous les deux une hausse substantielle de rendement. Le faible rendement des parcelles non engrangées est imputable aux terrains, dans le cas notamment des sols rouge.

Essais d'engrangis sur le maïs

Les doses ont été les suivantes:

zéro et 14 kg de superphosphate double à l'hectare

zéro et 14 kg de chlorure de potassium à l'hectare

zéro et 22 kg de sulfate d'ammoniaque à l'hectare

Les principaux résultats obtenus sont donnés au tableau 7.

Tableau 7

<u>engrais</u>				<u>rendement (en livres par acre)</u>
champ témoin	...	...	...	1.608
N	...	...	...	2.112
P	...	...	...	1.631
K	...	...	...	1.682
NP	...	...	...	2.182
NK	...	...	...	1.937
PK	...	...	...	1.671
NPK	...	...	...	2.118

principaux résultats

déférence significative

$N = + .373$

$P = .05..... 240$

$P = + .83$

$P = .01..... 322$

$K = - .97$

Notes

Sources: W.A.I Sub-station, Annual Report of the Department of Agriculture, 1957, Part II.

Seul le sulfate d'ammoniaque permis d'obtenir un augmentation intéressante du rendement. Les combinaisons d'engrais n'ont pas donné de résultat appréciable^{1/}.

Les expériences faites par la Tanganyika Agricultural Corporation ont montré que l'application 50 kg de superphosphate simple et de 50 kg de sulfate d'ammoniaque donne de bons résultats. On a procédé à des essais avec des quantités supérieures d'engrais.

Tableau 8

Effets de l'application de fertes doses de sulfate d'ammoniaque et de superphosphato sur le rendements du maïs (en livres par acre)

Superphosphato (livres par acre)	sulfate d'ammoniaque (livres par acre)				
	100	200	300	400	Moyenne
100	1.708	2.087	2.175	2.511	2.120
200	1.883	2.175	2.000	2.234	2.073
300	2.146	2.175	2.671	2.321	2.328

Source: Annual Report of the Department of Agriculture, 1958, Part II (Research).

Le prix du sulfat d'ammoniaque étant de 31 shillings pour 45 kg et celui du maïs de 17 shillings, il faut obtenir un rendement de 205 kg à l'hectare pour compenser le prix de l'engrais. D'après les résultats obtenus, il semble qu'il ne serait probablement pas rentable d'appliquer plus de 225 kg de sulfate d'ammonium à l'hectare.

Uganda

Sur les sols sablonneux pauvres de Katakwi, on a obtenu des augmentations globales de 61 et 66 pour cent par rapport au rendement moyen de 1620 kg à l'hectare d'éclusine récoltée sur le champ témoin et une augmentation de 57 pour cent par rapport au rendement moyen de 1770 kg à l'hectare pour le phosphato épandu, le phosphato déposé et l'azote respectivement^{2/}. Au cours des essais effectués à Sororo, ces traitements ont entraîné des

^{1/} WAMI Sub-Station, Annual Report of the Department of Agriculture 1957, Part II

^{2/} Annual Report of the Department of Agriculture, for the year ended 31 December 1954, Protectorat de l'Ouganda

augmentations de 30, 11 et 23 pour cent respectivement; à Bulopa, en raison de la saison pluvieuse, l'application d'azote a provoqué une augmentation de 35 pour cent par rapport au rendement moyen de 1725 kg à l'hectare. Les résultats ont été insignifiants sur les sols rouge des districts du sud.

Avec du superphosphate simple appliqué en deux doses (1900 et 3800 kg à l'hectare) à quatre ans auparavant, on a obtenu une augmentation moyenne de 92 pour cent par rapport au rendement de 490 kg à l'hectare d'une plantation témoin de coton^{1/}. Le meilleur traitement s'est révélé être l'application de superphosphate à la plus faible dose, qui a donné une augmentation de rendement de 108 pour cent. L'azote sous forme de sulfate d'ammonium appliqué à raison de 225 kg à l'hectare, au moment de la plantation, a permis une augmentation globale de rendement de 23 pour cent, mais quand on a doublé la dose, le rendement a diminué de 7 pour cent.

Un essai effectué à Kawando sur une prairie permanente a montré que les graminées réagissaient bien à l'application de sulfate d'ammonium. On a réussi à quadrupler pratiquement le rendement fourragé en appliquant un maximum de 90 kg d'azote à l'hectare, et à faire d'une prairie imprédictive un pâturage de saison sèche très utile (novembre et décembre)^{2/}.

On a constaté à Sororo que le potassium et le chaux pouvaient être utiles mais que leur application ne serait probablement pas rentable^{3/}. On a étudié le rôle du soufre au cours d'une expérience de grande envergure sur l'élosine. Le sulfate d'ammonium a provoqué des augmentations de rendement de 25 à 50 pour cent et l'azote, employé sans soufre, n'a permis d'obtenir qu'une augmentation de 20 pour cent au maximum, par rapport à un champ témoin donnant 1 685 kg à l'hectare.

Une expérience effectuée sur de vieux sols plantés de coton a montré l'utilité des éléments fertilisants minéraux contenus dans l'herbe à éléphant^{3/}. Le rendement de référence étant de 354 kg de coton-graine à

^{1/} Annual Report of the Department of Agriculture, for the year ended 31 December 1954, Protectorat de l'Ouganda

^{2/} Id., year 1955, pages 1953 à 1955

^{3/} Annual Report of the Department of Agriculture for the year ended 31 December 1956, page 30, Protectorat de l'Ouganda

l'hectare, donc plutôt faibles, on a obtenu une augmentation de 157 pour cent à la suite d'une application de condre, et une augmentation de 83 pour cent avec l'équivalent de la condre en engrangis nitr-phosphore-potassique, avec ou sans chaux et oligo-éléments.

On a essayé des engrangis minéraux sur plus de 400 champs de millet appartenant à des cultivateurs privés dans les districts de Rose et de Bukodi. On a obtenu une augmentation moyenne du rendement correspondant à 452 kg de grain à l'hectare, mais on a constaté un large écart entre le minimum et le maximum, on a vite que les engrangis ne sont pas utilisables que pour 50 pour cent des cultivateurs.

Au cours de l'année on a lancé cinq expériences sur le café, dont une avec des phytchermans appliqués par pulvérisation. Les engrangis utilisés ont donné des résultats satisfaisants à l'exception de recherche de Kituzi^{1/}.

Au cours d'essais effectués sur des champs de cultivateurs, une dose de 110 kg seulement de sulfate d'ammonium à l'hectare appliquée quand l'élosure avait 15 cm à 2 mm d'épaisseur a donné des résultats. A Bugusogo, en 1956, on a essayé de sulfate ammonium sur de très vieux officiers, lancés en 1956, et on a obtenu des augmentations remarquables de la production de grains au parche, puisque soit le dosage de l'engrais. Les rendements ont été de 1.355 kg de café au parche à l'hectare, on a obtenu une augmentation de 5% pour cent, par rapport à un rendement habituel de 1.355 kg de café au parche à l'hectare.

Malawi

On étudie depuis 12 ans l'action des engrangis sur le tabac noir destiné à être séché à feu direct. En général, on obtient des résultats croissants, à mesure que la culture progresse, en commençant par l'azote, suivi d'une combinaison d'azote et de phosphate. L'action de ces deux éléments combinés aboutit à un point où l'azote utilisé seul sur des sols pauvres en phosphate a provoqué une baisse de rendement. À la suite d'une série d'essais, on a établi des courbes d'efficacité des

^{1/} Annual Report of the Department of Agriculture for the year ended 31 December 1959, pages 23 et 24.

engrais qui ont permis de relever les rendements suivants; aucune indication n'a été faite sur l'engrais concernant la qualité et l'en n'a constaté aucune réaction à l'application de potasse. On trouvera ci-après les résultats enregistrés après trois années de travail:

Tableau 9

Résultats des essais d'engrais sur le tabac noir au Malawi^{a/}

supercphosphate (19% de P ₂ O ₅) livre	Sulfate d'ammonium (en livres par acre)	rendement (en livres de feuilles séchées par acre)	rendement (en livres par acre)
Néant	Héact	670	-
	150	860	+130
	300	850	+180
250	Néant	800	-
	150	1020	+220
	300	1080	+280
500	Héact	860	-
	150	1020	-220
	300	1200	+400

On peut se faire une idée de la rentabilité qui découle de ces résultats en convertissant l'accroissement de rendement obtenu pour chaque dose, en fonction du prix moyen des engrains, estimé à 3 shillings par livre-poids et le coût du tabac depuis 1959 à savoir 17 shillings la livre. Pour que l'application d'engrais soit rentable, il faut que l'accroissement de la quantité de tabac obtenu soit supérieure au cinquième du poids d'engrais utilisé.

Pour 280 kg de superphosphate et 170 kg de sulfate d'ammonium à l'hectare, les engrains coûtent environ 5 livres sterling. Sur une terre non traitée on obtient 395 kg de feuilles séchées à l'hectare, dont la valeur est de 24 livres environ. Avec 170 kg à l'hectare de sulfate d'ammonium à/ renseignements communiqués par le fonctionnaire chargé des recherches sur le tabac, Chitendo Agricultural Research Station, Lilongwe, Malawi, 196-

utilisé seul, et dans le prix est environ 2 livres, la recette est de 17 pence x 130, soit environ 9 livres. Mais si l'on applique encore 17 kg de sulfate d'ammonium, la recette n'est que de 17 pence x 5, soit 3 livres, et seulement si les conditions de culture sont bonnes.

La combinaison de superphosphate et de sulfate d'ammonium est moins rentable avec 565 kg de superphosphate qu'avec 280 kg, pour 17 kg de sulfate d'ammonium à l'hectare. Ces résultats confirmant la théorie selon laquelle l'efficacité de l'un quelconque des deux éléments fertilisants est limitée par la quantité à l'autre élément entrant dans la combinaison. On considère comme optimum actuellement pour le thé le combiné de 17 kg de sulfate d'ammonium et de 280 kg de superphosphate (à 19 %) à l'hectare, pour les petits exploitants.

Pour les sols de Chitodzo^{1/}, la combinaison optimum recommandée serait à peu près de 225 kg de mélange C (5M-15P₂O₅-12K₂O) et 225 kg de sulfate d'ammonium ou de nitrate de chaux sans nickel à l'hectare. Ces proportions permettent de fournir une quantité suffisante d'azote et de phosphate, avec de la potasse comme fumure de fond au cas où la réaction serait favorable. La chose entre sulfate d'ammonium et nitrate de chaux ammoniacal dépend surtout du pH du sol.

On fait des essais d'engrangis sur le thé à Swazi depuis les années de 1935. En 1950 on connaît les expériences plus complexes, dont on trouvera ci-après le résumé.

Azote (sulfate d'ammonium)^{2/}

Dans presque tous les pays producteurs de thé, on signale que l'azote donne de bons résultats, non seulement quant au rendement en feuilles, mais aussi quant à la vigueur et aux dimensions des théiers. Tous les faits qui l'on a appliqués de l'azote à des théiers adultes au Malwi (Chilo et Milimjo) ont enregistré une augmentation du rendement dès la première application, effet qui s'est prolongé, en décroissant, sur deux ou trois campagnes sans aucune application ultérieure. Au Milimjo, avec 1,13 kg d'azote

^{1/}Chitodzo, Agricultural Research Station, Lilouwe, Malawi.

^{2/}Fertilizers for Nyasaland Tea, Department of Agriculture, Nyasaland

à l'hectare (c'est-à-dire environ 5,5 kg de sulfaté d'ammonium), on a pu obtenir un rendement moyen de 6 kg de thé préparé à l'hectare pour chaque campagne pendant plusieurs campagnes. Les résultats obtenus à Chalo sont peut-être inférieurs; les expériences qu'il n'y a faites sont trop récentes pour qu'on puisse en tirer des conclusions précises. Au cours des expériences faites sur le thé cultivé sans embragage dans les deux districts, on n'a pas constaté de baisse de rendement pour les diverses doses d'engrais; jusqu'au correspondant à 135 kg d'azote à l'hectare (environ 675 kg de sulfaté d'ammonium).

L'efficacité de l'azote sur les théiers adultes cultivés sans embragage varie selon les fluctuations saisonnières et les méthodes d'exploitation. Elle est plus élevée quand la saison est pluvieuse. Les années où les théiers n'ont pas été taillés, elle est plus nette que les saisons suivant la taille; à Thornwood on constate qu'une application annuelle de 45 kg d'azote à l'hectare (environ 225 kg de sulfaté d'ammonium) ne suffit pas à assurer pendant un cycle de deux ou trois ans le plein rendement des arbustes taillés.

En résumé, l'azote est pour les théiers cultivés sans embragage l'engrais dont l'action est la plus rapide et il doit constituer actuellement la base de toute entreprise systématique d'utilisation des engrains.

Phosphore (superphosphate) et potasse (chlorure de potassium)

Aucun de ces éléments fertilisants n'a eu d'effet sensible sur le rendement ou la croissance des arbustes à Swazi où ils ont été expérimentés pendant six ans sur les théiers adultes cultivés sans embragage. Mais, étant donné l'expérience acquise en Extrême-Orient et les résultats non concluants observés au Malawi, il convient de recommander l'application de phosphore et de potasse par mesure de sécurité.

Sulfure (sous forme de sulfaté d'ammonium et de superphosphate)

Au Nyassaland, il est particulièrement important de fournir du sulfure en quantité suffisante aux théiers récemment plantés et aux jeunes plantes pour éviter que n'apparaissent des symptômes de décoloration jaunâtre; si ces symptômes sont présents, les théiers peuvent mourir fructueusement.

immédiats ou, dans les cas les plus favorables, leur absence peut s'en trouver considérablement retardée. On peut facilement prévenir cette carence par des applications régulières de sulfure d'ammonium; les jeunes théiers ne semblent pas réagir à l'azote, ils réagissent en présence de l'élément soufre. On peut utiliser le soufre pur sous forme de filtre de soufre, mais la quantité nécessaire est si petite pour chaque arbuste que l'application en est difficile dans les conditions actuelles.

Selon le directeur des services de la recherche de la station agricole de Chitadze, le principal élément fertilisant nécessaire au Molawi est l'azote. Il est possible qu'il faille utiliser d'autres éléments pour équilibrer les apports d'azote si on les applique à forte dose, mais dans les régions où l'on ne connaît pas encore suffisamment l'azote, on ne privera pas davantage de réaction aux autres engrangés.

Dans tous les pays, l'azote à faible dose (22 à 44 kg à l'hectare) est le seul engrangé à court terme le plus rentable pour les cultures autres que les légumineuses, sauf dans les cas suivants:

- 1) cultures nouvelles sur alluvions récentes
- 2) rives du lac Karage
- 3) argiles très inférieures aux rivières
- 4) sols acides complètement épuisés par une culture trop intensive et nécessitant un traitement curatif très méticuleux.

Dans certains cas nos taux de phosphore des sols apparaît comme un facteur de plus en plus restrictif. Dans les régions du centre et du nord, les sols naturellement très fertiles sont ceux du sud-ouest. Ils leur font à l'instar du phosphore et de l'azote. Les sols plus sablonneux des mêmes régions ne semblent pas encor manquer de phosphore, ni la plupart des sols du sud, malgré la culture intensive qu'on y pratique. Le tabac, le coton, les pommes de terre, le maïs et les jeunes semences de graminées sont les cultures qui demanderaient probablement un apport de phosphore. On a rarement réussi à obtenir une réaction sensible des légumineuses en présence de phosphore; les meilleurs résultats ont été obtenus avec un superphosphate simple sur des sols sablonneux pour lesquels le gypse a donné des résultats équivalents.

Dans l'ensemble la teneur en protéines des sols examinés s'est révélée importante et les essais ont donné très peu de résultats.

Il peut être nécessaire d'appliquer du soufre pour la culture de l'arachide sur certains sols, siels sont cultivés depuis peu et n'ont jamais reçu d'engrais. On utilise alors du gypse. Cependant, aucun problème ne se pose si l'on applique de temps en temps du sulfite d'ammonium et du superphosphate simple. Dans les conditions actuelles ces engrains sont considérés comme les formes les plus efficaces de l'azote.

Au Malawi, le fumier, de qualité variable, est généralement médiocre; sa teneur en éléments fertilisants est faible. Très souvent le fumier ne donne aucun résultat l'année où il est appliqué; il peut même faire baisser le rendement du maïs. Cependant, appliqué à raison de 5 à 10 tonnes à l'hectare en combinaison avec N (22 à 44 kg à l'hectare), il constitue un excellent traitement pour le maïs, le tabac et les pommes de terre, et ses effets se poursuivent pendant trois ans. Des recommandations plus détaillées sont données à l'annexe III.

Zambie

L'alimentation du bétail en Zambie dépend en grande partie du fourrage fourni par les prairies naturelles. La savane à *Hyparrhenia* existe plus ou moins en prairies parsemées d'arbres et d'arbustes. On y a procédé à des essais en vue de mesurer l'efficacité des engrains.^{1/} La seule variété relevée est celle d'azote et l'application d'engrais azotés a fait notamment augmenter le rendement des herbes et leur teneur en protéines brutes. Les résultats ont été proportionnels aux doses appliquées jusqu'à la dose maximum (213 kg de N à l'hectare); on a calculé que la récupération de N était l'environ 35 pour cent. Les applications particulières d'engrais se sont révélées rentables une année sur trois seulement. L'effet des engrains azotés diminue progressivement après chaque saison et l'effet n'est pas le saison suivante n'est que passager. L'application d'engrais azotés ne modifie pas la composition botanique de la savane.

^{1/}C.A. Smith, Studies in the N. *Rhodesia Hyparrhenia* Veld. IV The effect of nitrogen fertilizer and defoliation, Mount Mulanje Research Station, Rhodesie du Nord.

L'effet de l'azote, du phosphate et de la pulvrose sur le coton a été étudié récemment par B.J. Cox.

Tableau 1
Résultat des essais d'engrangis sur le coton nœf combié^{1/}

3) Azote

Total	Livres d'azote à l'acre	Augmentation de rendement	
		livres de coton avec graines à l'acre	livres de coton par livre d'azote
1961	42	159	3,8
1962-1/	36	82	2,7
	60	245	4,1
2/	30	145	4,8
	60	317	5,0
1963-1/	36	226	7,5
	60	322	5,4
2/	30	346	11,5
	60	618	10,0

Le prix d'un livre d'azote livré à la ferme est d'un shilling quatre pence et celui d'un livre de coton avec graines est de six pence. Il faut donc obtenir une augmentation minimum de rendement de 2,7 livres de coton avec graines par livre d'azote ($\frac{16}{6}$) pour que l'engrangis soit rentable. Pour la plupart des essais l'augmentation a été supérieure.

303
266
394
226

1/ B.J. Cox, Review of Experiments on the Fertilization of cotton in the Southern Province, Regional Experimental Station, April 1964 (document non public)

b) Phosphate

Année	livres de P_2O_5 par livre	augmentation du rendement		
		livres de coton avec graines par livre	livres de coton avec graines par livre de P_2O_5	livres de coton avec graines par livre de P_2O_5
1961	38	363		9,6
1962	30	256		8,9
	60	394		6,6
1963-1/	30	226		7,5
	60	322		5,4
2/	30	245		8,2
	60	395		6,6

Le prix d'un livre de P_2O_5 livré à la forme est d'un shilling deux pence, celui du coton avec graines étant de six pence. Il faudrait donc obtenir une augmentation minimum de rendement de 2,3 livres de coton avec graines par livre de P_2O_5 pour que le traitement soit rentable. Tous les essais ont donné des résultats supérieurs.

Les expériences faites sur le maïs,^{1/} qui ont permis de découvrir une carence en soufre, peuvent servir en fait à apprécier l'efficacité de divers engrangements. Les traitements expérimentaux étaient les suivants: 3 doses différentes d'urée, 3 doses différentes de sulfate d'ammonium, 3 doses différentes de nitrate de cuivre ammoniacal sur des parcelles tirées au hasard, avec trois essais répétés (engrais azotés appliqués à raison de 45, 90 et 135 kg à l'hectare) et trois champs témoins. Ces expériences ont permis de dégager trois conclusions importantes:

- 1) L'analyse statistique des rendements observés à la suite de la principale expérience a montré que le sulfate d'ammonium et les autres traitements donnaient des résultats très différents.

1/ Responses to sulphur fertilization in N. Rhodesia, par J.B.M. Velt, chimiste agricole, Mount Mululu Research Station, Ministry of Agriculture, Chilanga near Lusaka (Rhodesie du Nord), document présenté au Symposium international d'agro-chimie (VTH) intitulé Lo Zlf. in Agriculture, qui s'est tenu à Palermo-Catane du 16 au 21 mars 1964.

- 2) La comparaison entre les rendements relevés à la suite de l'essai d'absorption et ceux du principe expérimental ont montré que l'addition de soufre fait de l'urée un engrangement aussi efficace que le sulfat d'ammonium et qu'elle permet de quintupler l'augmentation de rendement par rapport à l'urée utilisée seule. Cette expérience a confirmé que le sol manquait gravement de soufre.
- 3) L'essai d'absorption a montré que la dose optimum de soufre doit être de l'ordre à 28 kg à l'hectare, au moins, mais des études plus approfondies seraient nécessaires.

On trouvera à l'annexe IV des recommandations générales à l'intention des agents de vulgarisation pour la campagne 1964-1965.

Rhodesie

Le degré de fertilité du sol, la teneur en éléments fertilisants, le climat, la date de la plantation, le désherbage, les animaux nuisibles et les maladies, etc., tous ces facteurs influent sur le rendement. Toutefois, aux fins de la présente étude, il n'est pas possible de mesurer ces facteurs; le tableau 11 indique le rapport entre les dépenses d'engrais et le rendement moyen fourni par l'échantillon. La dernière colonne indique le bénéfice du cultivateur. Dans l'ensemble, les cultivateurs qui ont consacré aux engrains des dépenses minimales ont obtenu les plus faibles bénéfices et ceux qui ont appliqué des engrais à forte dose ont eu la plus grande marge de monoœuvre. En Rhodesie du sud, les exploitations qui ont dépensé le moins d'argent pour les engrais sont surtout des exploitations extérieures aux principales zones de production du maïs; elles ont obtenu cependant de forts rendements et réalisé par conséquent des recettes importantes au cours des campagnes étudiées. En Rhodesie du nord, la diminution de la marge de bénéfice observée en 1956-1957 pour le groupe qui venait au deuxième rang de ceux qui consacrent peu d'argent aux engrais provient uniquement du fait que le seul cultivateur qui constituait ce groupe a fait une mauvaise récolte; cette diminution ne peut donc pas être considérée comme significative. De même, en 1957-1958 la mauvaise saison a influé considérablement sur les résultats obtenus en Rhodesie du nord. La forte marge relevée dans le groupe des cultivateurs qui consacrent à

l'achat d'engrais 6 livres sterling au minimum par acre est due en grande partie aux bons résultats obtenus par un seul gros producteur bien organisé dont les champs ont reçu des pluies suffisantes pendant la campagne considérée. Par rapport à l'ampleur des dépenses consacrées aux engrains, les deux groupes intermédiaires auraient dû obtenir des rendements bien supérieurs à ceux qui ont été relevés.

Il est évident d'après les résultats obtenus en Rhodésie (qui ont l'avantage de porter sur un échantillon plus étendu) qu'il y a une progression continue du rendement moyen à mesure que les dépenses consacrées aux engrais augmentent; bien que pour les dépenses les plus élevées cette augmentation soit plus faible, le rapport coût-prix enregistré au cours des trois années d'expérience permettrait d'étendre encore davantage l'utilisation des engrais. On peut en dire autant de la Rhodésie du Nord, sans hasarder; les écarts par rapport à l'augmentation régulière y sont dus en effet à des différences à l'intérieur des petits groupes^{1/}.

Les engrais sont un des principaux facteurs qui agissent sur le rendement et par conséquent sur les frais et les recettes. Nous avons déjà souligné la faible quantité d'engrais appliqués à la culture du maïs dans l'assèchement avec le tabac et dans des zones où les précipitations ne sont pas régulières. La mesure dans laquelle les différences entre les doses d'engrais influent généralement sur les prix de revient, les rendements et les recettes est précisée aux tableaux 12 et 13.

1/ Maize Production costs on some European Farms in Northern and Southern Rhodesia for the 1955-56, 1956-57 and 1957-58 Crops, Final Results for the Three Years, Economics and Markets Branch, Ministère fédéral de l'agriculture.

L'influence de la valeur des achats d'engrais
sur le rendement du maïs et les recettes des cultivateurs

1955-56^{a/}

Dépenses en engrais, en livres sterling à l'acre	Nombre d'exploitations	Dépenses moyennes en engrais, à l'acre	Rendement moyen à l'acre en sacs			Différence entre les recettes brutes et les dépenses d'engrais à l'acre		
			£	s.	p.	£	s.	p.
<u>Rhodésie du Nord</u>								
0 à 2	6	18	10	7,51	14	12		9
2 à 4	11	2	15	6	10,96	19	19	4
4 à 6	2	5	1	9	15,55	27	3	7
6 et au-dessus	2	6	18	6	10,94	15	15	6
<u>Rhodésie du Sud</u>								
0 à 2	10	10	10	7,83	15	14	1	1
2 à 4	16	3	0	6	12,92	23	15	3
4 à 6	16	4	17	6	14,96	26	3	4
6 et au-dessus	5	9	14	4	18,65	28	19	6

1956-57^{b/}

<u>Rhodésie du Nord</u>								
0 à 2	5	1	11	4	9,33	17	1	10
2 à 4	1	3	9	8	6,67	9	17	2
4 à 6	7	5	0	9	12,92	20	16	1
6 et au-dessus	3	9	14	3	20,96	32	3	9
<u>Rhodésie du Sud</u>								
0 à 2	9	11	7	9,16	17	15	7	
2 à 4	8	3	14	2	10,56	17	9	0
4 à 6	22	5	2	8	14,30	23	9	4
6 et au-dessus	11	6	2	10	16,74	25	6	3

1957-58^{c/}

<u>Rhodésie du Nord</u>								
0 à 2	2	11	0	5,25	10	17	9	
2 à 4	4	3	5	6	3,64	4	5	10
4 à 6	6	4	10	9	4,39	4	11	4
6 et au-dessus	4	11	5	9	15,98	21	17	6
<u>Rhodésie du Sud</u>								
0 à 2	5	19	7	8,41	16	9	3	
2 à 4	6	3	1	9	12,38	22	11	9
4 à 6	17	5	2	11	12,33	20	9	0
6 et au-dessus	20	8	11	2	15,42	23	8	10

Source: Maize Production Costs on some European Farms in Northern and Southern Rhodesia for the 1955-56, 1956-57 and 1957-58 Crops, Final Results for the Three Years, Economics and Markets Branch, Federal Ministry of Agriculture.

a/ Valeur du maïs 2 livres, 1 shilling et 6 pence le sac.

b/ Valeur du maïs à 2 livres le sac.

c/ 1 sac = 90 kg.

Tableau 12

Prix de revient et marges bénéficiaires moyens en fonction des achats d'engrais

Achats d'engrais en livres sterling à l'heure	Nombre d'expositi- tions	Surface écrite en acres	Rendement à l'heure en sacs	Valeur de la pro- duc- tion	Prix revient totaux	Béné- fice net	Valeur des engrais total	Livres sterling par hectare	Marge bénéfici- aire par rapport au coût des engrais
1	2	3	4	5=6+7	6	7	8	9=5-8	
0 à 2	2	88	10,43	19,97	9,00	10,97	-	19,97	
2 à 4	18	232	10,77	20,90	11,75	9,23	4,76	10,22	
4 à 6	22	270	15,50	29,64	17,60	12,04	5,25	24,39	
6 à 8	10	250	18,20	31,61	18,72	10,09	7,12	27,56	
8 à 10	10	421	19,93	36,12	23,54	14,05	3,85	29,27	
10 et au-dessus	5	324	22,15	42,38	23,50	18,88	11,24	31,14	

Source: Potato Production Costs on some Farms in Southern Rhodesia for the 1962-63 Crop, Interim Report on the results for 1962-63, Economics and Market Branch, Ministère de l'Agriculture, Rhodesie du Sud.

Comme le tableau précédent, le tableau 12 fait apparaître une progression continue du rendement moyen à mesure que les dépenses concernant aux engrais augmentent. L'augmentation est particulièrement nette entre une dépense moyenne de 2,76 livres à l'heure et une dépense de 5,25. Ensuite, le rendement augmente encore avec les dépenses consacrées aux engrais, mais moins vite.

La bénéfice assez faible du groupe qui dépense 8 à 10 livres n'est pas du au prix des engrais, qui est également justifié par les forts rendements obtenus, mais provient de dépenses importantes consacrées à d'autres articles. C'est pour ce groupe de 10 expositions qu'on enregistre les frais moyens les plus importants par hectare.

La colonne "marge brute par rapport au coût des engrangis" du tableau 13 indique la somme dont le cultivateur dispose pour couvrir toutes les dépenses autres que celles qui sont consacrées aux engrangis et sur laquelle il doit lui rester une marge bénéficiaire. Dans l'ensemble, les plus faibles marges correspondent à ceux qui ont le moins dépensé en engrangis. Au delà du premier groupe de deux exploitations, qui n'est pas significatif, la dernière colonne indique que les dépenses supplémentaires consacrées aux engrangis sont toujours largement compensées par les excédents de recettes.

Il est évident que l'augmentation des doses d'engrais, jusqu'à l'équivalent de 12 à 15 livres à l'ha, améliore et le rendement et la qualité. Au-delà du ce maximum, rendement et qualité diminuent. Il est intéressant de noter qu'on a relevé les mêmes résultats au cours de l'enquête de 1961-1962.

Le tableau 13 donne, pour le Rhodesie, des chiffres analogues pour le tableau de Virginie sèche à l'air chaud

On a démontré que les propriétés du Rhodesie ont besoin d'un rapport d'azote et de phosphore^{1/}. L'azote est nécessaire en grande quantité, partout où on a traité les verres à raison d'environ 135 kg à l'ha/ha, au maximum, les récoltes ont été pratiquement proportionnelles à la quantité utilisée. Avec les engrangis fertilisants en cotitut. les résultats plus faibles et moins réguliers, qui ne sont d'ailleurs enregistrés en général que si le phosphore est utilisé en conjonction avec l'azote. Le phosphore a presque toujours été appliqué sous forme de superphosphate, il y a lieu de signaler qu'on a également appliquée des quantités substantielles de calcium et de soufre.

Ile Maurice

Au cours d'une expérience d'application de NPK^{2/}, on a recueilli en 1950 de la canne à sucre, au quatrième rejet, avec les résultats suivants:

- 1/ Improved pastures, par D. I. Barnes, du Federal Department of Research and Special Services.
- 2/ Annual Report of the Department of Agriculture, 1950, page 22,
Colony of Mauritius, 1957.

Tableau 13
Expenses connected with fertilizers and gross profit margins

Engrais, en livres sterling à l'acre	Nombre cultivateurs	Surface cultivée en acres	à l'acre						par livre-poids					
			L'endossement en livres poids	Coût des engrais	Revenu total	Marge brute par rapport au coût des engrais	Coût des engrais en pence	Revenu total en pence	Marge brute par rapport au coût au coût des engraies	Marge brute par rapport au coût au coût des engraies	Coût des engrais			
No.	Acre	livres poids	l	s.	p.	l	s.	p.	l	s.	p.	l	s.	p.
3 à 5	14	86	784	5	9	1 130.10. 9.	125.	7	8	1.67	40.04	33.37	22.7	
6 à 9	63	88	824	7	17	6 121.13. 9.	133.	16.	3	2.29	41.27	33.93	17.0	
6 à 12	110	82	373	10	10	9 157. 9. 9	146	19	6	2.83	43.07	40.19	14.0	
12 à 15	47	91	1.013	13	2	11 137. 4. 0	174	1	1	3.10	44.13	41.03	13.2	
15 et au-delà	14	79	912	15	18	3 155. 1. 1	150	1	10	4.19	43.71	39.52	9.2	

Source: The cost of production of Flue-cured Virginia Tobacco on some farms in the south-western area of the Rhodesia for 1962-1963 crop, Report on a survey carried out by the Economics and Markets Branch, Rhodesian Ministry of Agriculture for the Rhodesian Tobacco Association.

1. L'application de 30 kg d'azote a entraîné une augmentation de rendement de 37 pour cent. Une dose supplémentaire de 30 kg a provoqué une nouvelle augmentation de 15 pour cent.
2. On n'a constaté aucune réaction au phosphate.
3. Au cours de deux essais on a constaté une réaction sensible à la potasse.
4. Des analyses de sucre moyen pour cinq coupes ont révélé une baisse très nette de la teneur en sucre des cannes qui ont reçu des doses accrues d'azote. Le phosphate et la potasse ne semblent pas avoir d'effet marqué sur la teneur en sucre.

En 1952 la canne à sucre sur laquelle on avait expérimenté le NPK a été recoltée au sixième rejet^{1/}. On a constaté partout une réaction constante aux engrangés azotés, réaction plus forte chez les rejets les plus anciens, l'effet réducteur de l'application d'azote sur la teneur en saccharose décroissant avec l'âge de la canne. On a constaté en général une réaction au phosphate et à la potasse sur les terres des petits exploitants, mais aucune réaction sur les grands domaines, sauf dans la région qui se prête à la culture de la canne à sucre en raison de la pluviosité.

En 1961-1962, on a fait des essais avec diverses doses d'azote, sous forme de sulfate ammonique, à différentes graminées^{2/}. Le rendement de chaque graminée a été meilleur sur les terres qui avaient reçu 170 kg d'azote à l'hectare que sur celles qui avaient reçu de 56 à 113 kg à l'hectare. Dans certains cas l'application de 225 kg de sulfaté d'ammonique à l'hectare après chaque fauchage a permis d'obtenir le meilleur rendement, notamment pour l'herbe à éléphant. Trois doses de phosphate sous forme de superphosphate simple, de potasse sous forme de sulfate de potassium et de chaux n'ont entraîné aucune différence sensible dans les rendements.

1/ Annual Report of the Department of Agriculture, 1952, page 5, Colony of Mauritius, 1953.

2/ Annual Reports of the Department of Agriculture for the years 1961 and 1962, Colony of Mauritius, 1962, 1963.

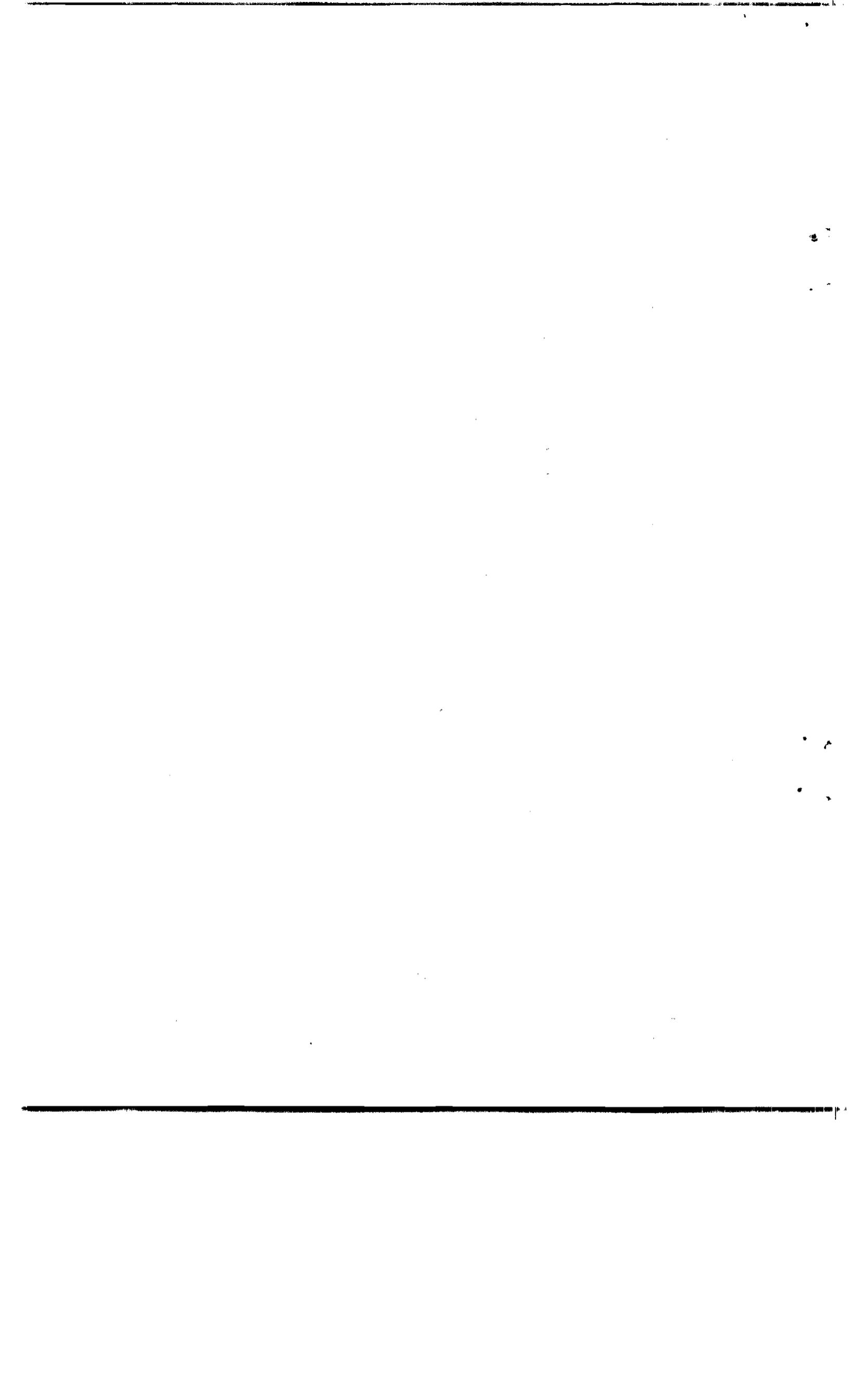


Tableau I

Engrangis et recommandations relatives au froment, à l'orge de brasserie, au maïs et aux céréales au Kenya

Sol	Emplacement	Culture	Poids disponible	Doses recommandées (en livres de N par acre)
Liens grisâtres soumis saisonnièrement à l'humidité, sur lequel il est foncé	Majeurité du plateau de Kinang'o, plaine d'KITULOKO et Mau, vallée de Rondiani, Sotik et Nyuki	Froment et orge de brasserie Herbes, au moment des semaines	40 - 60 65	
Vieux de Sotik et Kiambu	Riz	Maïs	45	
Remarques		L'application de phosphates et l'assèchement sont indispensables pour assurer une bonne récolte dans des terres de ce type.		
Liens bruns noirs, brun rouge ou brun orange sur les hauteurs, de chaque côté de la Grande Moselle	Terres situées à plus de 2.400 m. entre les chutes du Rio Sen et Njiru, les bordures du nord et sud, les régions de Hole et de Thika; et	Froment et orge de brasserie Herbes, au moment des semaines et à la levée	40 - 60 60 60 et 35	
Temps		Orge de brasserie	20	
Nyuki		Froment	40	
Liens bruns et bruns foncés sur tuf foncé ou cendres volcaniques	Terres situées à plus de 2.000 m. entre Tatura et le Rongai	Froment Maïs Herbes, au moment des semaines et à la levée	40 40 et ajouter 20 après le premier desherbage 45 45 et 35	
Remarques		Les résultats obtenus sur le blé de cette façon sont variables et, parfois, justifient à peine la dépense. Les agriculteurs qui obtiendront des résultats satisfaisants avec les doses recommandées devront essayer sur leur blé des doses plus élevées. On constate dans la région une préférence marquée pour les engrangis minéraux phosphatés tels que les hyperphosphates, ceux-ci considérés d'un usage plus sûr pendant les années sèches, les engrangis phosphatés sont souvent renforcés avec cuivre.		

Tableau I (suite)

Sol	Emplacement	Culture	P_{2O_5} disponible	Doses recommandées (en livres de N par acre)
Limon brun rouge à rouge	Le pays vallonné et déclive entre l'escarpement d'Al Gayo et le plateau d'Usin tel qu'il se présente à proximité du Tepkabus	Froment Herbes, au moment des semences et à la levée	125 80 65 - 70 et 25 - 30	
	Remarque : Dans ce cas, le phosphate de soude peut être supérieur aux superphosphates.			
Limons bruns avec les quantités de plus en plus importantes de concrétions et minéralisées dans le sous-sol et couvrant une roche solide ou du marbre à 0 ou 90 cm.	La majorité des hautes terres cultivées du plateau d'Usin Gishu	Froment Maïs sec, dans un terrain précédemment planté d'acacias Dans d'autres terrains herbes, au moment des semences et à la levée	40 - 70 30 - 35 30 - 35 puis 40 à 50 cm. environ 65 - 70 65 - 70 et 45	
Limons rouges, passant progressivement au limon île des Cibits, sur Gishu limon rouge passant progressivement au limon mêlé à sable fin (le sol se durcit pendant la saison sèche).	Egon, nord et sud de Nyanza, Nandi, ouest du Sud et nord-ouest de Jasim Gishu	Maïs	45 puis 20 - 25 à 50 cm. environ	en terre non fumée
	Remarque : Les terres à maïs doivent dans toute la mesure du possible être fumées à raison de 7 $\frac{1}{2}$ tonnes par acre, au lieu d'être fertilisées à l'aide d'engrais chimiques.			
Note : Les recommandations préconisent de semer le maïs dans un terrain précédemment planté d'acacias ou dans d'autres terrains dont grande partie fondées sur les résultats des travaux effectués par la Division de la Recherche de la <u>Plantation Company</u> . Nous sommes reconnaissants à cette compagnie d'avoir bien voulu nous fournir ces renseignements.				

Tableau I. (suite)

E/CN.14/INR/81
Annexe II
Page 3

Sol	Emplacement	Culture	P _{2O₅} disponible	Doses recommandées (en livres de N par acre)
Sols des plaines rouges du Trans-Nzoia et du Trans-Nzoïc central		Maïs Herbages au moment des semaines et à la levée	25 puis 20 - 45 à 50 cm. environ 45 45 et 20 - 25	
Remarque	Pour les mélanges graminées-trèfle, une application de 170 livres de gypse par acre est profitable au plan de semence et plus tard comme épandage de couverture, avec addition de phosphate et d'azote.			
Méchakor et Kitui		Maïs	45	
Remarque	Il est essentiel de bien choisir le moment des semaines et c'est avec le maïs tardif qu'on obtient les meilleurs résultats à condition que le maïs soit planté après une période de jachère nue et que des mesures efficaces d'accumulation des eaux soient prises. Cependant, étant donné l'irregularité des précipitations qui caractérise ces zones, il est préférable d'utiliser un maïs précoce tel que le Taboran, même près une jachère nue, quitte à obtenir de l'application d'engrais des résultats moins marquants, mais de façon à être au moins assuré d'une récolte si les pluies sont insuffisantes, ce qui est le cas lorsqu'on utilise le maïs précoce.			
Sols friables profonds rouge et rouge foncé à fine texture	Province du centre, Tanya et sud et du centre, Lipsius	Maïs planté après des pommes de terre cultivées en terrain bien fertilisé aux engrangis chimiques ou au fumier Maïs planté dans un terrain n'ayant reçu ni engrangis ni fumier	20 - 25 à 50 cm. environ 45	
Plaine d'Endebese et Foothills		Froment Maïs		Aucune recommandation précise
limons argileux friables profonds brun foncé et noir	Mont Elgon, forêt de Kinangoi, régions de Kandi, Jessos, Korita, Kibericho et Karatina		30 - 35 puis 20 - 45 à 50 cm. environ	Aucune recommandation précise. Ces sols et ces zones sont favorables à la culture sans qu'il soit nécessaire d'utiliser des engrangis.

Tableau I (suite)

Sol	Emplacement	Culture	P_{2O_5} disponible	Doses recommandées (en livres de N par acre)
Limons variant du brun rougeâtre au brun grisâtre mêles de gros sable, passant progressivement aux limons argileux de grande profondeur mêles de gros sable	Sols sablonneux plus légers des collines de Cherengani, de la vallée de Nzoia, du point de Hocys, des régions de Turbo, Lugeri et Kibon	Froment Maïs	45 30 - 35 puis 20 - 50 à 50 cm. environ	
Limons variant du brun rougeâtre au brun jaunâtre sur sous-sols rougeâtre ou brunâtre	Nord du Nyanza, sud du Nyanza, Kundi, collines de Mackakos	Maïs	45	
Limons profonds friables brun infestés de fougères et peu fertiles	Province centrale	Maïs	65 - 70	
Remarques : A moins que cette terre ne soit chaulée à la chaux agricole aux taux élevés que les études de laboratoire revèlent nécessaires à son amélioration, le maïs, comme la plupart des autres cultures, ne prospérera pas dans les zones les plus pauvres. Une application de 50 livres de K_2O par acre donne également de bons résultats.				
Sables gris légers et sables limoneux sur sous-sols sablonneux brun pâle ou jaune pâle	Jijon, Nyanza, nord de Nyanza	Maïs	20 - 25 à 50 cm. environ en terre non fumée	
Remarque : la terre devra être, dans toute la mesure du possible, fumée à raison de $7\frac{1}{2}$ tonnes par acre				
Mackakos, Kitui				
Maïs				
20 - 25 en terre non fumée dès que la récolte lève.				
Remarque : Pendant la préparation des terres, on enfouira du fumier à la main ou à la charrue, à raison de 7½ tonnes par acre sur la plus grande superficie possible.				

Tableau I (suite)

E/CN.14/103/81
ANNEXE II
Page 5

Sol	Emplacement	Culture	P_{2O_5} disponible	Doses recommandées (en livres de N par acre)
Sables rouge et gris sur sous-sols rouges ou jaunes	collines et plaines côtières	Mais	45 et 10 - 15 en plan de semence puis 10 - 15 après une période de pluies persistantes	
	Remarque : Le maïs devra être planté en billots et raccoir, sur la plus grande superficie possible, 3 tonnes à tonne par acre et par an, disposées à la base du billion. Dans les plaines côtières, les résultats sont moins réguliers que dans les collines et les rizières qui devront, dans ces régions, se livrer à des essais avant de faire un large usage des engrangis.			
Argiles noir et grise avec et sols à argiles fortes	Borbor, Iuhoreni	Mais	45 et 20 - 25 à 50 cm. environ	
	Remarque : Herbes au moment des semaines et graine	Herbes au moment des semaines et graine	45	
	Plantes à la poussée	Plantes à la poussée	20 - 25	
	Remarque : Si l'est indéniable pour donner une poussée et une amélioration du rendement satisfaisante, de prévoir un engrangis superficiel convenable. Le terrain n'ayant pas de ces terres étant froid, le sulfat d'ammonium est l'engrais azoté le plus indiqué, notamment pour les herbes. On appliquera 250 kg/ha de sulfat d'ammonium pour stimuler la poussée des légumineuses dans la couche herbeuse.			
	Plaines de Limo	Mais		
	Remarque : L'application d'engrais n'est ici justifiée que si les précipitations moyennes dépassent 112 cm.			
	Plains de Milipit, Herbes après la Harvuki, Athi	Herbes après la poussée.	20 - 25	
	Remarque : Les précipitations sont irrégulières aussi les réactions à l'engrais sont-elles variables. Les agriculteurs devront essayer les engrangis azotés sur leurs herbes et en apprécier les résultats avant de les appliquer extensivement.			

Tableau 2

E/C.14/11R/81 Facteurs fertilisants et pourcentage de substances organiques obtenus dans quelques uns
 Annexe II des engrangés azotés, phosphatés, potassiques et composés les plus courants
 Page 6

	N*	P	K	Total	Azote sous forme de N Nitrate d'ammoniaque Total	Phosphate sous forme de P_2O_5 Solution aqueuse par acide citrique	Potasse sous forme de K_2O sous forme de citrique	Total soufre	Total sous forme de CaCO_3	Equivalent
Sulfate d'Ammoniaque	5	-	-	20.5-21	20.5-21	-	-	-	59	110
Mitrat de chaux ammoniacal	5	-	-	20.6	10.3	10.3	-	-	10-20	-
Sulfo-nitrate d'ammoniaque	4	-	-	26	19.5	6.5	-	-	-	29
Urée	2 $\frac{1}{2}$	-	-	42-46	42-46	-	-	-	-	75
Nitrato de soude	6 $\frac{1}{2}$	-	-	15.5	-	15.5	-	-	-	Basique
Sur phosphate double triphosphate à 42 %	-	2 $\frac{1}{2}$	-	-	-	40-50	40-42-16	-	17-20	0-3
Sur phosphate "DAPCA" à 21 %	-	-+	-	-	-	-	? 21	-	25-30	26-31
l'hosphate de soude	-	7	-	-	-	24-26	-	18-22	-	0
Pyrophosphate	-	10	-	-	-	27.5	-	12.5	-	0
Guano des Seychelles	-	10	-	2	-	20.25	-	11.13	-	?
l'hosphate naturel de l'Ouganda	-	-	-	-	-	20-27	-	2-4	-	0
Scorie de déphosphoration	-	7+	-	-	-	-	7	18-20	-	47
Chlorure de potassium	-	-	1 $\frac{1}{2}$	-	-	-	-	48.62	0-3	0-7
Sulfate de potassium	-	-	2	-	-	-	-	48-52	0-3	39-48
Phosphate d'ammonium	5 $\frac{1}{2}$	2	-	18.5	18.5	-	48	48	-	-
10:30:10	10	3 $\frac{1}{2}$	10	10	7.5	2.5	30	30	-	0
10:30:0	10	2	-	10	7.5	2.5	30	30	-	0
de même pour d'autres composés										

Notes : * Les facteurs F ne s'appliquent qu'aux cultures qui peuvent utiliser effectivement tout le N contenu dans l'engrais, que ce soit l'ammonium ou le nitrate.

+ Dans la région de Liphibus, le facteur F est de 5 pour le phosphate de soude. Les agriculteurs de cette région devront utiliser le facteur 5 au lieu de 7.

† Pour le pyrithre, le facteur F est de 5 pour la scorie de déphosphoration. Les agriculteurs employant la scorie de déphosphoration sur le pyrithre devront utiliser le facteur 5 au lieu de 7.

ANNEXE III

Recommandations pour l'application d'engrais au Malawi pour la culture du maïs, des arachides, des pommes de terre et du coton

E. Maïs

1) Azote Type de sol et région Dosage optimal Accroissement maximal
(en livres de N dans la production
par acre) (en livres de grain
par acre)

Pl. tenu de la région nord (LS)*	40 - 60	1200 - 2000
Pl. tenu de la région nord (LS/SL)	20 - 40	1000 - 1600
Pl. tenu de la région centrale (LS/ SL)	20 - 40	600 - 800
Plateau de la région centrale (LS/ SL)	40 - 60	600 - 1200
Bords de l'e de la région centrale (LS _a /LS)	40 - 60	1000 - 1800
Région sud (LS _a)	20 - 40	400 - 800
Région sud (LS/SL)	40 - 60	

2) Phosphore Dosage optimal Accroissement maxi-
mal de la pro-
duction

Plateau de la région nord (LS _a)	40	1000
Plateau de la région nord (LS/SL)	40	600
Plateau de la région centrale (LS _a /AS)	40	600
Sédiments de la région sud (LS _a /LS)	40	800

3) Potasse Aucune amélioration prévue.

Types d'engrais recommandés : Sulfate d'ammoniaque, superphosphate simple, 16:6:4 si on doit disposer d'un composé en vue d'un usage régulier.

E. Arachides

1) Gypse ou superphosphate simple Sols sablonneux
le long de la frontière de la Rhodésie du nord - superphosphates
s'il n'y a pas eu d'application antérieure de Z_n ou de superphosphates

100 livres de gypse par acre 200 livres de superphosphates par acre 400

Ailleurs, résidus d'autres cultures fertilisées seulement.

C. Pommes de terre

En général, la meilleure formule à recommander est 5 tonnes de fumier + 200 livres de S par acre. On obtiendra ainsi une augmentation du rendement de 3 à 4 tonnes par acre pour les espèces résistant à la brûlisure. On peut aussi utiliser un engrangis donnant environ 40 à 60 livres de N, 20 livres de P et 20 à 30 livres de K par acre. Le chiffre relatif à K est arbitraire.

D. Coton

Pour les terrains d'alluvion, 20 livres de N et 10 livres de P_2O_5 pour compenser la tendance qu'a l'azote à activer considérablement la croissance de la végétation. Augmentation de la production jusqu'à 500 livres par acre de coton-graine.

Pour les sols provenant du socle archeen, 40 livres de N et 40 livres de P_2O_5 , qui provoqueront une augmentation de la production de 800 livres de coton-graine par acre.

Pour les sols d'argiles foncées - neutre.

+
*Texture

La texture d'un sol se rapporte aux dimensions des particules divers d'éléments qui entrent dans sa composition. Il existe trois catégories principales d'éléments qui répondent aux définitions internationales suivantes

Argile : particules d'un diamètre inférieur à 0,002 mm.

Limon : particules d'un diamètre compris entre 0,002 et 0,02 mm.

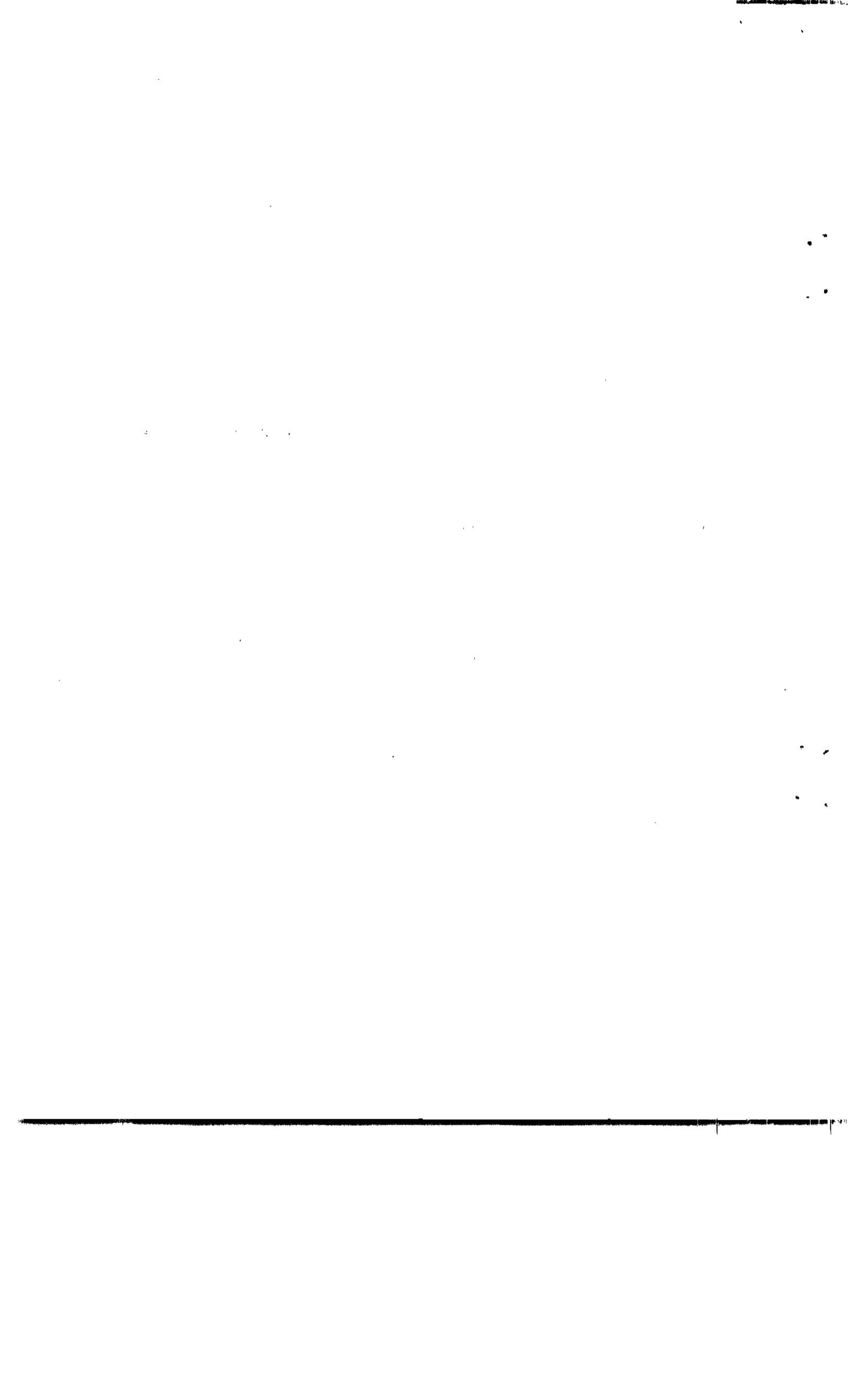
Sable : particules d'un diamètre compris entre 0,02 et 2,0 mm.

Les particules d'un diamètre supérieur à 2 mm. constituent les graviers et le sol analysé n'en contient pas.

On trouvera ci-dessus les catégories de texture les plus fréquentes dans les sols de l'ancienne Fédération de Rhodesie et du Nyassaland et les proportions d'argile, de limon et de sable qu'ils contiennent

Argiles lourdes	(A.) plus de 30 pour cent d'argile
Argiles	(A) 30 - 50 pour cent d'argile, moins de 50 pour cent de sable et de limon
Limons argileux	(L.) 20 - 30 pour cent d'argile, moins de 50 pour cent de sable et de limon
Argiles sablonneuses	(AS) 30 - 50 pour cent d'argile, plus de 50 pour cent de sable
Limons argilo-sablonneux	(LS.) 20 - 30 pour cent d'argile, plus de 50 pour cent de sable.
Limons sablonneux	(LS) Plus de 20 pour cent de limon + argile plus de 50 pour cent de sable.
Sables limoneux	(SL) 15 - 20 pour cent de limon + argile, 80 - 85 pour cent de sable
Sables	(S) moins de 15 pour cent de limon + argile plus de 85 pour cent de sable.

Il existe d'autres catégories de textures comme celles des limons, des limons glaucaux, des limons argileo-glaucous et des argiles glaucauses, mais elles sont pratiquement inconnues en Rhodesie et ne sont donc pas incluses dans la liste ci-dessus.



ANNEXE IV

Fertilisation des terres à maïs dans la province du sud
de la Zambie .. Recommandations générales destinées aux agents de la
vulgarisation pour la campagne 1964/1965

Les recommandations suivantes sont fondées sur l'analyse d'expériences effectuées dans la province au cours des cinq dernières années :

1. Azote

L'azote peut être appliqué soit sous forme de sulfate d'ammoniaque, de nitrate de chaux ammoniacal ou d'urée et doit être enfoui dans le sol. Cette condition est particulièrement importante lorsqu'on utilise l'urée. Pour les sols lourds, la totalité de l'azote peut être appliquée au moment de la plantation, mais dans le cas de sols plus légers, il est recommandé de procéder à l'application en deux temps (par exemple, un tiers à la plantation et deux tiers à 4 semaines).

2. Phosphate

le phosphate doit être appliqué en lignes , 5 cm. au dessous de la semence, au moment de la plantation.

3. Potasse

On n'a enregistré aucune réaction à la potasse dans la province du sud mais si on soupçonne une carence de potasse, il faudra appliquer un composé D 8-16-8 au lieu d'un composé I 10-20-0.

4. Soufre

On a constaté une carence de soufre à Kalomo mais les recommandations suivantes prévoient des quantités de soufre suffisantes pour le compenser.

Enfin, on ne saurait trop insister sur le fait que les engrangements ne sont pas suffisants par eux-même : il faut également planter à temps, bien choisir les espèces et désherber soigneusement.

Recommandation pour la campagne 1964/1965 relatives
aux sandveldts de Choma et de Kalomo

VARIETES HYBRIDES SR.13 et SR.52

Maïs après maïs

Rendement prévu

20 sacs/acre

Engrais nécessaires par acre

1. 150-200 livres de "composé P" plus
 275 livres de nitrate de chaux ammonia-
 cal (NCA)

ou 2. 150-200 livres de "composé P" plus
 275 livres de sulfato d'ammoniaque
 (S/A)

ou 3. 150-200 livres de superphosphate simple
 plus 300 livres de NCA

ou 4. 150-200 livres de superphosphate simple
 plus 350 livres de S/A

30 sacs/acre

1. 200-250 livres de "composé P" plus
 400-500 livres de NCA

ou 2. 200-500 livres de superphosphates
 simples plus 500-600 livres de NCA

VARIETES A FLOCULATION LIBRE - HICKORY KING

Maïs après maïs

Rendement prévu

10 sacs par acre

Engrais nécessaires par acre

1. 100-150 livres de "composé P" plus
 150 livres de NCA

ou 2. 100-150 livres de "composé P" plus
 150 livres de S/A

ou 3. 100-150 livres de superphosphates
 simples et 200 livres de NCA

ou 4. 100-150 livres de superphosphates
 simples et 200 livres de S/A

15 sacs/acre

- 1. 150-200 livres de "composé P" plus 275 livres de F.C.
- ou 2. 150-200 livres de "composé P" plus 275 livres de S/A
- ou 3. 150-200 livres de superphosphates simples plus 350 livres de NCA
- ou 4. 150-200 livres de superphosphates et 350 livres de S/L

N.B. : Quand le maïs est planté après du t. bac, il fut appliquer aux variétés hybrides 100 livres de "composé P" par acre plus 450-500 livres de NCA par acre.

Terres de Konze - Magoye - Mazabuka

A. VARIETES HYBRIDES SR.13 et SR.52

Mais après mai's

Rendement prévu

20 sacs/acre

Engrais nécessaires par acre

1. 200 livres de "composé P" plus
200-250 livres de NCA
 2. 200 livres de "composé P" et
200-250 livres de S/A
 3. 200 livres de superphosphates simples
plus 300-350 livres de NCA
 4. 200 livres de superphosphates simples
plus 300-350 livres de S/A
 1. 300 livres de "composé P" et
350-400 livres de NCA
 2. 300 livres de superphosphates simples
et 300-350 livres de NCA

Maïs après engrangis vertRendement prévu

20 sacs/acre

Engrangis nécessaires par acre

- 1. 200 livres de "composé P" et 100 livres de NCA
 - ou 2. 200 livres de "composé P" et 100 livres de S/A
 - ou 3. 200 livres de superphosphates simples plus 200 livres de NCA
 - ou 4. 200 livres de superphosphates simples et 200 livres de NCA
- 30 sacs/acre
- 1. 300 livres de "composé P" plus 150 livres de NCA
 - ou 2. 300 livres de superphosphates simples plus 300 livres de NCA

Maïs après coton (coton fertilisé à l'aide de 200 livres ou plus de composé P" par acre)Rendement prévu

20 sacs/acre

Engrangis nécessaires par acre

- 1. 150 livres de "composé P" et 225-300 livres de NCA

ou 2. 150 livres de superphosphates simples plus 300-350 livres de NCA

30 sacs/acre

- 3. 200 livres de "composé P" plus 400-500 livres de NCA

ou 4. 200 livres superphosphates simples plus 500-550 livres de NCA

B. VARIETES A FECUNDITE LIBRE, p.e. HICK RY KING

Maïs après maïsRendement prévu

10 sacs/acre

Engrangis nécessaires par acre

- 1. 150 livres de "composé P" et 125 livres de NCA

ou 2. 150 livres de superphosphates simples et 200 livres de S/A

- 15 sacs/acre 1. 200 livres de composé P" et 200
 livres de NCA

 ou 2. 200 livres de superphosphates simples
 et 300 livres de S/A

Maïs après engrangis vertRendement prévu

- 15 sacs/acre 1. 200 livres de "composé P" plus 100
 livres de NCA

 ou 2. 200 livres de superphosphates simples
 plus 100 livres de S/A

20 sacs/acre 1. 300 livres de "composé P" et 150 livres
 de NCA

 ou 2. 300 livres de superphosphates simples
 plus 300 livres de S/A

Maïs après coton (coton fertilisé à l'aide de 300 livres de "composé P")Rendement prévu

- 10 sacs/acre 1. 100 livres de "composé P" et 150 livres
 de NCA

 ou 2. 100 livres de superphosphates simples
 et 200 livres de S/A

15 sacs/acre 1. 150 livres de "composé P" et 225
 livres de NCA

 ou 2. 150 livres de superphosphates simples
 plus 300 livres de S/A

Recommandations sur les engrâis à utiliser pour le coton
pendant la campagne 1964/1965 en Zambie

Il ressort des expériences faites jusqu'à ce jour, que les quantités ci-dessous d'azote et de phosphate provoquent des accroissements rentables de la production de coton-graine :

A. Azote = 40-60 livres de N par acre

B. Phosphate = 40-60 livres de P_2O_5 par acre.

Il est recommandé de placer aussi bien l'azote que le phosphate 10 cm à côté et 10 cm au dessous de la semence au moment de la plantation. On prendra bien soin de ne pas laisser tomber l'engrais trop près de la semence, car le danger de brûlure est réel.

On peut recommander le dosage suivant :

200-300 livres de "composé P" (10-20-0)

plus 150-200 livres de nitrate de chaux ammoniacal.

Les sols lourds devront recevoir des quantités d'azote plus élevées.

ANNEXE V

Méthodes d'application officielles des engrangis et de la chaux en Rhodésie

I. Introduction

Pour formuler des recommandations sur les engrangis, la Chemistry Branch suppose que les échantillons de sol ont été prélevés correctement selon les instructions officielles et qu'ils sont caractéristiques des terres pour lesquelles lesdites recommandations sont requises. Si tel n'est pas le cas, on suppose également que le sol est matériellement bien entretenu, ce qu'on ne peut vérifier par l'examen ou l'analyse des échantillons de sol.

Ces recommandations sont adaptées à chaque type de sol, l'objectif étant que les apports des éléments nutritifs nécessaires aux plantes soient équilibrés et suffisants pour que le rendement soit économiquement satisfaisant dans les conditions climatiques moyennes de la zone considérée.

Dans les recommandations sur les engrangis, les quantités d'azote, d'anhydride phosphorique (P_2O_5) et de potasse (K_2O) figurent en premier lieu, puis viennent des propositions relatives à la forme, aux méthodes et à l'époque requises pour l'application des engrangis disponibles dans le commerce et capables de fournir ces éléments nutritifs, et enfin, les recommandations indiquent, si c'est le cas, les quantités de chaux nécessaires aux différents sols.

On se propose ici d'étudier les méthodes d'application des engrangis que l'on peut recommander pour chaque type de culture, de donner des indications sur l'utilisation de certains engrangis, selon leurs diverses présentations, et d'expliquer certains aspects du problème de l'acidité du sol ainsi que les diverses formes des produits de chaux que l'on trouve sur le marché.

2. Méthodes d'application des engrangis

a) Épandage à la volée avant le labour ou le travail des sillons

Cette méthode est recommandée dans les cas où il faut appliquer un engrangis au moment de la préparation d'un sol très sec en vue d'en augmenter la fertilité.

soigneusement enfouie, cette condition n'est pas nécessaire pour les autres formes d'azote utilisées sur des terres de topographie normale, mais elle peut être avantageuse dans tous les cas où il faut lutter contre les mauvaises herbes.

Sur les sols lourds, l'épandage de couverture peut être effectué à n'importe quel moment sans dépasser cependant six semaines après la plantation. Toutefois, l'expérience a montré que, pour les cultures précoces plantées sur les sols de ce genre, des applications d'azote effectuées avant le semis sont aussi efficaces que l'épandage de couverture et que l'apport à la volée est aussi actif que la mise en place par bandes. On peut donc en toute sécurité répandre la volée en une seule opération la quantité d'azote nécessaire et, le cas échéant, faire cette application en même temps que celle du phosphate au moment du labourage.

Pour les petites semences et les graines destinées à la production de semences, on peut procéder à l'épandage de couverture lorsque les cultures ont atteint 10 à 15 cm (4 à 6 inches) de haut. Il est préférable de faire cette application lorsque les feuilles sont sèches de façon à éviter de les détériorer.

Pour les prairies artificielles, pendant la première année, on ne doit pas faire d'épandage de couverture tant que l'herbe n'est pas solidement implantée ou dans les cas de plantes rampantes, avant d'avoir pris des mesures pour couvrir le sol. Au cours des années suivantes, l'épandage de couverture doit être fait normalement au début de la saison des pluies, bien qu'il soit possible d'appliquer l'azote aux intervalles les plus propres à stimuler la croissance aux moments voulus.

Pour les pommes de terre, l'épandage de couverture doit être fait deux ou trois semaines après la sortie des pousses.

Pour la luzerne et les autres légumineuses vivaces, on doit procéder annuellement à l'épandage de couverture au début de la période de croissance.

Les sols des Rhodesies sont, pour la plupart, pauvres en bore, élément nécessaire à la culture de la luzerne; il faut donc faire, même temps que l'épandage de couverture annuel, une application de borax variant de 23 kg/ha (20 lb/acre) pour les sols sablonneux à 45 kg/ha (40 lb/acre) pour les sols lourds.

Pour le coton, on peut faire l'épandage de couverture dès l'apparition des bourgeons.

Pour les légumes et les arbres fruitiers, les époques auxquelles il faut procéder à l'épandage sont précisées dans les formulaires spéciaux utilisés pour ces cultures.

3. Engrais azotés et engrais phosphatés : diverses formes

Diverses formes d'engrais azotés et phosphatés existent dans le commerce. Elles ne donnent pas des résultats équivalents dans tous les cas, ils sont souvent interchangeables à condition d'être appliqués selon la méthode qui convient. Il n'est pas possible de préciser dans Recommandations sur les engrais toutes les formes utilisables dans chaque cas ni de faire les remarques nécessaires sur la manière de les utiliser. Les notes qui suivent sont donc destinées à fournir quelques renseignements sur les diverses formes d'engrais appropriées à chaque cas, elles indiquent les caractéristiques de chacune d'entre elles et les précautions à observer pour leur emploi.

a) Engrais azotés

Parmi les formes d'engrais azotés que l'on trouve en Rhodesie du sud, seuls le nitrate de soude et le nitrate de chaux ammoniacal peuvent servir à l'épandage de couverture dans le cas du tabac. Avec le nitrate de soude, les réactions sont légèrement plus rapides, mais pour les doses les plus fortes, les pertes par lessivage sont plus importantes et il y a des risques plus grands de brûler les racines.

Pour les autres cultures de labour, le nitrate de chaux ammoniacal, le sulfat d'ammoniaque et l'urée donnent des résultats équivalents avec la plupart des sols, par application avant semis ou par épandage de

couverture, à condition qu'ils soient utilisés correctement. Pour les pâtures, le nitrate de chaux ammoniacal et le sulfate d'ammoniaque sont probablement les meilleurs engrains.

L'avantage du nitrate de chaux ammoniacal, c'est qu'il n'augmente pas l'acidité du sol. De plus, sa teneur en azote est, pour moitié, sous forme de nitrate, ce qui présente un avantage probable pour les cultures horticoles. Mais, avec cet engrais, pour écarter les risques de brûlage, il faut éviter qu'il soit au contact des feuilles ou qu'il soit trop concentré au voisinage des racines.

Le sulfate d'ammoniaque possède un pouvoir acidifiant assez élevé. C'est là un avantage pour les sols calcaires, mais pour les sols acides, il faut procéder à des applications plus importantes ou plus fréquentes de chaux. Pour compenser cet effet, il faut environ 68 kg (150 lb) de chaux pour 45 kg (100 lb) de sulfate d'ammoniaque. Compte tenu de cette nécessité, le sulfate d'ammoniaque est nettement plus coûteux que le nitrate de chaux ammoniacal dans le cas des sols acides, bien que, par unité d'azote, il coûte légèrement moins cher.

L'urée se transforme en carbonate d'ammoniaque sous l'influence des micro-organismes en présence dans le sol, ce qui fournit aux plantes de l'azote ammoniacal. Pour l'épandage de couverture, l'urée doit donc être appliquée un peu plus tôt que les autres engrains azotés. Il faut également prendre d'autres précautions :

- 1) Il ne faut pas appliquer de grandes quantités d'urée près des graines car certaines substances, libérées temporairement pendant sa transformation en nitrate, risquent, en fortes concentrations, d'avoir un effet毒ique. Ce danger est écarté quand l'urée est épandue à la volée, quelques que soient les doses appliquées dans la pratique.
- 2) Il est fortement recommandé de ne pas utiliser l'urée sur des sols recouverts de châtaignes, car des produits toxiques de décomposition risquent de se former dans des poches isolées où le pH est temporairement élevé. Si l'on peut procéder au chaulage

sur un sol encore humide à la fin de la saison des pluies, on peut alors repandre l'urée avant l'ensemencement de la récolte d'été suivante; mais lorsque l'opération est effectuée plus tard, il est souhaitable d'utiliser une autre forme d'azote.

- 3) Si l'urée est utilisée comme engrangé de couverture, il faut l'enfouir convenablement pour éviter les pertes d'ammonium dues à la volatilisation du cas où surviendrait une période de sécheresse avant son absorption par le sol. (Ce risque n'existe pas avec le nitrate de chaux ammoniacal ou le sulfate d'ammonium).
- 4) Avant sa transformation en ammonium, l'urée peut très facilement être lessivée; aussi l'application de ce produit n'est-elle pas indiquée immédiatement avant l'irrigation par submersion des sols légers.

L'urée possède un léger pouvoir acidifiant et il faut environ 45 kg (100 lb) de chaux pour 45 kg (11 lb) d'urée pour compenser cet effet. (Si l'on considère que l'urée a une plus forte teneur en azote, ceci revient à dire que l'urée a un pouvoir acidifiant qui est trois fois inférieur à celui du sulfat d'ammonium par unité d'azote).

b) Engrais phosphatés

Les engrais phosphatés sont classés en fonction de leur solubilité, à laquelle est subordonnée en grande partie leurs possibilités d'assimilation par les plantes et, par conséquent, les conditions dans lesquelles ils seront les plus efficaces. Il existe trois types principaux :

1) Engrais solubles dans l'eau

Les superphosphates et le phosphate qui entre dans les mélanges d'engrais types font partie de cette catégorie. Ils conviennent à toutes les cultures et à tous les sols, mais ils sont particulièrement indiqués pour les cultures qui exigent une grande quantité de phosphate au début de leur croissance (par exemple, le tabac) ou pendant des laps de temps

vières, notamment sur les sables ou les sols qui n'ont reçu auparavant que des engrais ne contenant guère de soufre. Sur ces sols, si l'on utilise du nitrate de chaux ammoniacal ou de l'urée, il faut alors choisir

relativement courts (par exemple, la pomme de terre). Pour les cultures de coton, des engrangements

Le superphosphate simple ou un mélange d'engrais comme source de phosphate, en revanche, si l'on préfère le superphosphate double, il faut alors faire appel au sulfaté d'ammonium comme engrais azoté.

d) Choix des engrains à utiliser pour effectuer des mélanges dans les exploitations

Lorsqu'on se propose de mélanger des engrais avant leur application, on doit tenir compte avant de choisir des caractéristiques physiques des différents engrais. En général, le seul moyen d'obtenir des mélanges physiquement stables et homogènes est de combiner les poudres entre elles ou les granules entre eux, en veillant à ce que les densités des produits ne soient pas trop différentes.

Le nitrate de chaux ammonical et le superphosphate double - qui se présentent tous deux en granules - peuvent être mélangés soit entre eux soit à des engrais composés. Le nitrate de soude, le sulfate d'ammonium, de potassium et le chlorure sulfate de potassium qui sont des produits pulvérulents ou légèrement cristallisés peuvent être aussi mélangés mais leur mélange avec des produits en granules ne donne pas de résultats satisfaisants.

L'urée et les scories de déphosphorations constituent à elles seules des catégories. L'urée qui se présente en granules, est de loin le plus léger des engrais tandis que les scories de déphosphoration, qui se présentent sous forme de poudre très fine, sont de loin le produit le plus lourd. Il est conseillé aux agriculteurs de ne pas mélanger l'urée à un engrais pulvérulent ou cristallisé, ni les scories basiques à un engrais en granules, car une séparation négative se produirait, presque à coup sûr, lors de l'application du mélange.

4. Acidité du sol et nécessité de la chaux

La chaux n'est pas un engrais au sens ordinaire du terme. Son rôle essentiel n'est pas de fournir des éléments nutritifs, bien qu'elle le fasse indirectement, mais de régulariser l'acidité du sol. La plupart des cultures demandent un sol légèrement acide, mais lorsque l'acidité devient excessive, on peut aboutir à une infertilité très prononcée.

résultant surtout de ce que certains éléments (notamment l'aluminium et le manganèse) peuvent augmenter dans des proportions qui les rendent toxiques. En général, cette infertilité apparaît par endroits et s'étend rapidement si l'on n'y remédie pas.

a) Méthodes d'application de la chaux

L'effet de la chaux est limité surtout aux parties du sol avec lesquelles elle est en contact direct. Il est donc souhaitable de mélanger étroitement la chaux au sol dans toute la zone labourée, puisque la chaux a pour rôle essentiel d'amender le sol et non pas de fournir les éléments nutritifs dont les plantes ont besoin. Cet amendement est particulièrement important lorsque le pH du sol se situe entre les limites critiques et qu'il faut immédiatement modifier son acidité. Dans les cas de ce genre, il ne faut pas simplement enfouir la chaux à la charrue car elle pourra être enterrée sans être mélangée à la couche supérieure du sol et, de ce fait, l'acidité du sol peut demeurer trop élevée pendant les premières phases de la croissance des cultures. Pour éviter cette éventualité, il faut soigneusement mélanger la chaux au sol au moyen d'une machine à disques, de préférence après le labourage. Il est aussi souhaitable, dans ces cas, d'appliquer la chaux lorsque le sol est encore humide à la fin de la saison des pluies et avant le semis de façon à lui laisser le temps d'agir et de modifier l'acidité du sol.

Si, toutefois, on applique de la chaux comme apport d'entretien avant que le pH n'atteigne ses limites critiques, la méthode d'application présente moins d'importance, à condition que la chaux soit mélangée au sol et non pas simplement enfouie. Les amendements d'entretien peuvent être utilisés, le cas échéant, pendant l'assollement, de préférence avant la plantation des légumineuses ou des céréales, si elles sont prévues, ou au moment de l'enfouissement à la charrue des engrangis verts. Comme les amendements d'entretien se prêtent à une plus grande souplesse, pour éviter que le pH ne tende vers le niveau critique pour la fertilité du

sol, on doit considérer que le maintien du pH au CaCl_2 ^{1/} entre 5,0 et 5,5 est une condition essentielle à l'exploitation rationnelle du sol.

Lorsque l'acidité des sols est très élevée (pH au chlorure de calcium inférieur à 4,5) et qu'il leur fait en conséquence une grande quantité de chaux, il est préférable d'appliquer l'amendement en deux temps, la moitié de la quantité requise étant fournie immédiatement (pour assurer une élévation du pH au-delà du niveau critique) et l'autre moitié dès le début de l'assoulement suivant. Il faut toujours adopter cette méthode si les applications destinées à modifier le pH précèdent la plantation d'une des cultures les plus tolérantes aux sols acides, comme la pomme de terre ou le tabac. En revanche, il faut procéder aux applications d'entretien pendant l'assoulement mais non pas immédiatement avant la plantation de pommes de terre ou de tabac. Toutefois, si le pH au chlorure de calcium est inférieur à 4,8 environ, il est recommandé d'appliquer immédiatement la moitié de la quantité nécessaire de chaux, même pour ces cultures.

b) Choix des amendements calcaires

Dans la réglementation de la Rhodésie du sud* relative à l'enroûtement et à la vente d'amendements calcaires destinés à l'agriculture, figuront cinq catégories de produits à base de chaux contenant les éléments actifs suivants :

- Pierre à chaux broyée : carbonate de chaux contenant une quantité négligeable de carbonate de magnésium.
- Pierre à chaux manganée broyée : carbonate de chaux contenant une certaine quantité de carbonate de magnésium.

^{1/} Le pH au CaCl_2 est un pH calculé avec un prélèvement du sol en suspension dans une solution de chlorure de calcium (et non pas d'eau). Ainsi calculé, le pH est, en moyenne, de 0,7 unité environ inférieur à celui que l'on obtient avec de l'eau.

* Federal Government Notices No 86 de 1961 et No 43 de 1963.

- Dolomite broyée : carbonates de chaux et de magnésium en proportions peu près équivalentes.
- Scories calcaires broyées : composées essentiellement de silicates de chaux et de magnésium hydrolysables.
- Mélanges de chaux broyé : mélanges d'oxydes, d'hydroxydes et de carbonates de chaux et de magnésium ou de l'un ou l'autre de ces produits.

La pureté du produit est définie en fonction de son "pouvoir neutralisant" qui correspond au poids de carbonate de chaux pur ayant le même effet neutralisant que 100 kg du produit. Les doses de chaux recommandées sont exprimées en carbonate de calcium pur, qui est le produit dont le pouvoir neutralisant est de 100. Ainsi, si un agriculteur désire utiliser un produit qui possède un pouvoir neutralisant nettement inférieur ou supérieur à 100, il doit augmenter ou diminuer proportionnellement la quantité de chaux recommandée. De même, en comparant les pouvoirs neutralisants des différents produits en fonction de leur prix et du coût du transport, l'agriculteur peut choisir le produit dont l'utilisation est la plus économique.

A quelques exceptions près, c'est là le plus important des facteurs qui interviennent dans le choix d'un amendement calcaire - facteur d'ailleurs plus important que la forme du produit. Toutefois, dans les cas où les prix sont sensiblement équivalents, on peut se baser sur les principes suivants

- Sur les sols lourds (argiles et terres argileuses), dans les régions à pluviosité moyenne, il est indiqué d'utiliser la pierre à chaux broyée, la pierre à chaux magnanée broyée ou les scories calcaires broyées.
- Sur tous les sols des régions à forte pluviosité et sur les sols sablonneux des régions à pluviosité moyenne, il est préférable d'utiliser la pierre à chaux magnanée broyée ou les scories calcaires broyées si elles contiennent une quantité appréciable de magnésium. Autrement, on peut aussi utiliser de la dolomite.

broyée, mais comme ce produit a une forte teneur en magnésium, il n'est probablement pas recommandé de l'appliquer plusieurs fois de suite comme amendement d'entretien mais d'en alternner l'emploi avec la pierre à chaux broyée, la pierre à chaux magnésie broyée ou les scories calcaires broyées.

- Sur les sols provenant de roches riches en magnésium (scr-pontine et pyroxène) du Great Dyke et sur les intrusions locales de terres analogues dans d'autres régions, la pierre à chaux broyée est le seul produit à utiliser à l'exclusion de tous ceux qui contiennent une quantité appréciable de magnésium.

Les mélanges calcaires broyés peuvent remplacer avec des résultats concluants tous les autres types, si l'on tient compte toutefois de la teneur en magnésium du produit considéré. Mais comme ils contiennent généralement les hydroxydes et les oxydes les plus solubles, ils doivent être appliqués suffisamment tôt avant la plantation de manières à éviter les risques de brûlage des racines ou les périodes temporaires d'augmentation du pH.

ANNEXE VI

DIVISION DES SCIENCES, DÉPARTEMENT DE LA RECHERCHE ET DES SERVICES
SPÉCIALISÉS, MINISTÈRE FÉDÉRAL DE L'AGRICULTURE

Recommandations sur les engrangis destinés aux
jardins maraîchers cultivés intensivement

Pour les cultures en grands champs, on établit généralement des recommandations précises sur les engrangis à utiliser pour chaque culture. Mais dans le cas des jardins maraîchers où l'on cultive habituellement une grande variété de plantes en recourant à un système intensif de rotation, il est préférable de recommander un traitement de base faisant intervenir des engrangis destinés à améliorer la qualité du sol pour lui donner, au départ, une fertilité suffisante. Après ce traitement, on appliquera les engrangis courants considérés comme les plus efficaces pour les diverses cultures maraîchères que portent les sols analysés.

a) TRAITEMENT DE BASE

Lorsqu'on prépare des planches dans un sol neuf et la première fois que l'on prépare des planches qui existent déjà pour une nouvelle plantation, épandre à la volee et enfouir profondément les engrangis suivants :

Engrais	Quantité (livres-acids/acre)			
	Lab.No	Lab.No	Lab.No	Lab.No
Chaux agricole				
Superphosphate double (38 pour 100)				

b) EPANDAGE ORDINAIRES AVANT LA PLANTATION

Outre l'épandage ordinaires de compost ou de fumier, appliquer les engrangis suivants et les enfouir profondément dans le sol avant la plantation des divers cultures :

Pommes de terre, céleri, espargos :

790 kg/ha (700 lb/acre)	Composé C	5.15.12
680 kg/ha (600 lb/acre)	Composé S	6.18.6
450 kg/ha (400 lb/acre)	Composé M	9.12.9

Tomates :

680 kg/ha (600 lb/acre)	Composé V	4.18.15
680 kg/ha (600 lb/acre)	Composé S	6.18.6
340 kg/ha (300 lb/acre)	Composé D	9.16.8

Pois, patates douces :

570 kg/ha (500 lb/acre)	Composé C	5.15.12
450 kg/ha (400 lb/acre)	Composé S	6.18.6
280 kg/ha (250 lb/acre)	Composé M	9.12.9

Choux, betteraves et bettes, carottes, oignons, laitues, fleurs

570 kg/ha (500 lb/acre)	Composé D	8.16.8
450 kg/ha (400 lb/acre)	Composé M	9.12.9

Haricots, courges :

340 kg/ha (300 lb/acre)	Composé D	8.16.8
280 kg/ha (250 lb/acre)	Composé M	9.12.9

Pour les fleurs-pivoines, les engrangés recommandés ci-dessus doivent être appliqués chaque année au début de la période de croissance. Pour les roses, cet épandage aura lieu en juillet après la taille et pour les œillets, vers la fin de la saison des pluies (début mars).

c) EPANDAGES DE COUVREUR ORDINAIRES

Pour les cultures énumérées ci-après, il faut répandre, aux époques indiquées, du sulfate d'ammoniaque ou du nitrate de chaux ammoniacal à la dose de 17 kg/ha, soit 17 g par mètre carré (150 lb/acre, soit 0,5 oz. par yard carré) sur les lignes ou autour des plantes.

Pommes de terre

Une application, deux ou trois semaines après le pousser de terre.

<u>Tomates</u>	Une application lorsque les premiers fruits ont atteint la taille d'une bille et ensuite applications toutes les trois semaines pendant la cueillette ^{1/} .
<u>Choux et choux-fleurs</u>	Deux applications à trois semaines d'intervalle après le repiquage.
<u>Blettes</u>	Applications mensuelles pendant la récolte.
<u>Céleri</u>	Deux applications à un mois d'intervalle après le repiquage.
<u>Asperges</u>	Une première application au moment où la griffe prend et une seconde trois semaines plus tard.
<u>Pois</u>	Une application avant l'apparition des premières gousses.
<u>Oignons</u>	Une application dès la formation du bulbe.
<u>Courges</u>	Une application après la formation des premiers fruits <u>sauf</u> pour les pastèques.
<u>Fleurs</u>	Applications mensuelles pendant la floraison.

Il n'est pas nécessaire de fournir un apport supplémentaire en azote pour les cultures suivantes :

Patates douces, pastèques, laitues, betteraves, carottes, panais, radis, navets et haricots.

d) EPANDAGES DE COUVERTURE SPECIAUX

La culture des légumes suivants exige de grandes quantités de bore : Betteraves, bettes, choux, choux-fleurs, choux-raves, céleri, navets, panais et radis.

Pour répondre à ce besoin, il faut répandre avant la plantation ou aussitôt après une solution de bore aux doses suivantes :

Sur les sols très sablonneux 26,5 g pour 10 mètres carrés (0,75 oz pour 10 yards carrés).

1/ L'expérience de nombreux cultivateurs montre que l'on peut améliorer la qualité du fruit en faisant régulièrement pendant la cueillette des épandages de couverture avec du sulfate de potassium (dose : 8,5 à 17 g par mètre carré -0,25/0,5 oz par yard carré).

Sur les sols limoneux 35,3 g pour 10 mètres carrés
 (un oz pour 10 yards carrés)

Sur les sols argileux 53,6 g pour 10 mètres carrés
 (1,5 oz pour 10 yards carrés)

Ces doses ne doivent pas être dépassées et il ne faut pas faire deux applications de borax, la même année, sur les mêmes planches.

Une insuffisance du sol en molybdène est préjudiciable à la culture du chou-fleur. Si les symptômes d'une maladie caractérisée par l'apparition de feuilles mal formées, ressemblant à un fouet (whip tail) se manifestent dans des planches qui ont été convenablement chaulées, il faut mélanger à la solution de borax, du molybdate de soude ou d'ammoniaque à la dose de 0,64 g pour 10 mètres carrés (8 grains pour 10 yards carrés) (quantité suffisante pour couvrir une petite pièce de monnaie - tickey). Si le sol est acide, il faut d'abord vérifier les résultats du chaulage avant de faire une application de molybdate.

REMARQUES (1) On peut remplacer, le cas échéant, le superphosphate double (en granulés) par une double dose de superphosphate simple (en poudre).

(2) 340 kg/ha (300 lb/acre) = 33,9 g par mètre carré (un oz. par yard carré)

ANNEXE VII

Prix des engrains simples et composés à Salisbury
(départ entrepôts des fabricants)

ENGRAIS COMPOSÉS

Azote N	P ₂ O ₅ s'ublie dans l'eau	K ₂ O potasse	Livres	shillings	pence	Prix à la tonne
A/ 2	18	15				
0,5 nitrate	18,3 sol.ac.cit.	15 sulfate	27	0	0	
1,5 ammonium	19,0 total					
B/ 4	18	15				
1,0 nitrate	18,3 sol.ac.cit.	15 sulfate	28	19	0	
3,0 ammonium	19,0 total					
C/ 1	20	15				
0,25 nitrate	20,3 sol.ac.cit.	15 sulfate	27	8	0	
0,75 ammonium	21 total					
K/ 2	18	15				
0,5 nitrate	18,3 sol.ac.cit.	11 sulfate	26	9	0	
1,5 ammonium	19,0 total	4 chlorure				
H/ 3	18	15				
0,75 nitrate	18,3 sol.ac.cit.	11 sulfate	27	9	0	
2,25 ammonium	19,0 total	4 chlorure				
V/ 4	18	15				
1,0 nitrate	18,3 sol.ac.cit.	11 sulfate	28	10	0	
3,0 ammonium	19,0 total					
C/ 5	15	12				
1,25 nitrate	15,3 sol.ac.cit.	9 sulfate	25	17	0	
3,75 ammonium	16,0 total	3 chlorure				
S/ 6	18	6				
1,5 nitrate	18,3 sol.ac.cit.	6 sulfate	26	8	0	
2,5 ammonium	19,0 total					
D/ 8	16	8				
8,0 ammonium	18,3 sol.ac.cit.	8 chlorure	26	1	0	
Z/ 10	20	6				
10,0 ammonium	20,3 sol.ac.cit.	27	15	0		
21,0 total						
M/ 9	12	9				
9,0 ammonium	12,3 sol.ac.cit.	4 chlorure	24	2	0	
12,8 total						
Z/ 16	8	4				
1,0 nitrate	8,2 sol.ac.cit.	4 chlorure	25	16	0	
15,0 ammonium	8,5 total					

Les engrains énumérés ci-dessus peuvent être livrés pour la plupart, en sacs de 22,6 kg (50 lb) avec un supplément de 3 shillings par tonne.

a/ Ces engrais composés contiennent 3,17 kg (7 livres-poids) d'engrais boraté par tonne. Les six premiers (A, B, G, K, H, V) sont généralement utilisés pour le tabac et les quatre derniers (D, P, M, Z) pour les autres cultures.

Engrais simples

N. Azoto	Nitrato (pourcentage)	Ammonium (pourcentage)	Total (pourcentage)	Prix à la tonne livres shillings pence
+ Nitrate de chaux ammoniacal	10,5	10,0	20,5	21 . 5 , 0
sulfate d'ammoniaque	-	21	21	20 . 16 . 0
urée	-	46	46	37 . 10 . 0
Nitrate de soude	16	-	16	28 . 18 . 0

+ Prix établi pour 56,6 kg (125 lb). Conditionnement en matière plastique. - Prix pour 45,3 kg (100 lb). Pour un conditionnement en jute/polythène, supplément de 22 shillings 6 pence par tonnes. Le fournisseur s'efforcera de satisfaire la demande réelle mais on se réservé le droit de livrer l'engrais, sous l'un ou l'autre de ces conditionnements, au prix correspondant.

P ₂ O ₅ Phosphato	Scl. (pourcentage)	Sol (pourcentage)	Total (pourcentage)	Prix à la tonne livres shillings pence
Suporphosphate double	38	39	40	30 . 14 . 0
Suporphosphate simple	19	19.7	20.5	15 . 13 . 0
Scories de déphos- phoration	-	16	18	15 . 13 . 0
Phosphate naturel	-	9.4	37.0	15 . 13 . 0

K ₂ O Potasse	Sulfate (pourcentage)	Chloruro (pourcentage)	Total (pourcentage)	Prix à la tonne livres shillings pence
Chloruro de potassium	-	60	60	23 . 14 . 0
Sulfate de potassium	50	-	50	23 . 17 . 0
+ Dolomite broyée 12 pour 100 de magnésium valour neutralisante 100	-	-	-	4 . 12 . 0
Engrais boraté à forte toneur	-	-	-	2 . 18 . 0

on sacs de 50 kg (112 lb)