

INTERPRÉTATION D'ESSAIS DE FERTILISATION

AUX ILES COMORES

(ANJOUAN et GRANDE-COMORE)

de la Cellule Recherche-Développement
du CEFADER
en 1986 - 1987

par Paul QUANTIN

Directeur de Recherches ORSTOM
(Département Terre Océan Atmosphère
U.R.A4 - Programme VOLCAL)

Rapport remis en mars 1988

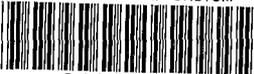
ORSTOM
213, rue Lafayette
75010 - PARIS

CEFADER
B.P. 289 - MORONI
R.F.I. des COMORES

Fonds Documentaire ORSTOM

Cote : B* 9494 Ex : 1

Fonds Documentaire ORSTOM



010009494

**INTERPRETATION D'ESSAIS DE FERTILISATION AUX
ILES COMORES EN 1986-87, DE LA CELLULE RECHERCHE-
DEVELOPPEMENT DU CEFADER (Anjouan et Grande Comore).**

Paul QUANTIN

Directeur de Recherches ORSTOM, Centre de Bondy

GRANDE COMORE

Introduction.

Une première interprétation d'essais dits "de fertilité" et "de chaulage" sur le plateau de Bandalahari (Station de Dimadju), 1984-85) a donné les résultats suivants (Biarnes et Quantin, 1986): De tous les traitements, seul l'écobuage, pratiqué par les paysans après une jachère, est efficace. Cet effet s'explique par l'accroissement considérable du phosphore dit "assimilable" par la plante et du potassium "échangeable". Mais cet effet n'est déjà plus sensible après 1 à 2 ans de culture. En outre, il faut que le taux de phosphore "assimilable" soit assez élevé pour dépasser un seuil, très élevé dans ce type de sol (\sim 3000 à 40000 ppm de sol, en P_2O_5), de la forte rétention du complexe humus-allophane du sol. Ce fait est bien connu dans les andosols semblables au sol de Dimadju. Par contre les apports de chaux-magnésienne, de compost naturel, ou de cendres à dose restreinte, n'ont eu aucun effet.

Par ailleurs, les essais de l'IRAT (Larcher, Latrille et Héneaud, 1974), sur un même sol, ont montré que la fertilisation azotée du riz ne serait bénéfique, que si l'on corrige au préalable les carences en phosphore et en potassium; mais ils n'avaient pas résolu ce problème.

Les premiers résultats ont conduit à proposer une expérimentation plus systématique et plus rigoureuse de la fertilisation des andosols. A Dimadju, le problème majeur semblait être la détermination du seuil de saturation du sol en phosphore, nécessaire pour permettre l'efficacité d'une fertilisation complète (N P K, éventuellement S) correspondant aux besoins de la plante.

Une série d'essais a donc été mise en place successivement, pour déterminer le seuil de saturation en phosphore, l'effet de différentes formes plus ou moins solubles de phosphore, et enfin, l'effet d'une fertilisation complémentaire (N, S, K) à partir d'une valeur dite "affinée" du seuil de saturation en phosphore (rapport de la cellule recherche développement, 1987).

Par ailleurs, les observations effectuées en janvier 1986 (Biarne et Quantin, 1986) avaient conduit à recommander une certaine caractérisation des sols et de leur fertilité, dans les différents terroirs, avant d'entreprendre toute expérimentation de fertilisation des cultures. En 1986, diverses observations (zonages) ont été faites sur le terrain, ainsi que des analyses de sols représentatifs des principaux types déjà reconnus, aux laboratoires de l'ORSTOM (Bondy). En 1987, sans attendre l'affectation aux Comores d'un agro-pédologue, ni l'installation d'un laboratoire d'analyses à Moroni, différents essais de fertilisation ont été faits sur 8 plantes cultivées et dans 9 terroirs différents. Un certain nombre de résultats a été obtenu (rapport Cellule-Recherche-Développement du 9 nov.87); d'autres sont attendus. Cela va permettre une première série de conclusions pratiques.

En outre, une série d'expérimentations au laboratoire sont en cours au centre ORSTOM de Bondy pour déterminer les mécanismes d'adsorption et de désorption du phosphore; ceci afin d'expliquer les faits observés au champ et de mettre au point une méthode de détermination des besoins en phosphore, au laboratoire. Il serait possible de faire une expérimentation "en vase de végétation", pour hâter la résolution du problème, avant l'expérimentation au champ. Mais il restera à tester les besoins réels des principaux types de plantes cultivées.

Dans une première synthèse les résultats principaux, connus à cette date (janvier 1988), peuvent être schématisés de la manière suivante.

I. Essai de saturation en Phosphore de l'andosol de Dimadju.

1. Recherche de la dose de saturation, avec du phosphore bicalcique. (dose 1000, 3000 et 5000 U.P. par ha).

- lère culture arachide: Des résultats très nettement significatifs ont été obtenus aux doses 3000 et 5000 (+ 140 % de rendement); donc la dose de saturation efficace serait entre 1000 et 3000 U.P/ha. Mais l'apport complémentaire des éléments N, S, K nécessaires pour valoriser l'effet de la fertilisation phosphatée a été oublié. Ce qui limite la signification de cet essai.

- 2ème culture maïs, sans renouvellement d'apport d'engrais (NSPK). Pas de résultat nettement significatif; maximum à 5000 UP de + 37 % de rendement. Mais les rendements ont été réduits par une attaque de borer; il a manqué une fertilisation complémentaire (N,S,K) pour valoriser l'apport initial de P.
N.B. Le diagnostic foliaire, cependant, montre un accroissement de l'assimilation de N et P dans la feuille.
- 3ème culture haricot, avec fertilisation complémentaire (60 U.N et 120 U.K): Pas d'effet significatif sur le rendement; donc à priori pas d'arrière effet en 3ème culture; mais la dose de fertilisant en Azote était probablement insuffisante pour valoriser l'apport initial de P, ou cet élément avait déjà été entraîné hors du sol (apport bicalcique, très probable).
- 4ème culture, Vohème et oignons: résultats attendus peu significatifs.

Conclusion: niveau probable de saturation entre 1000 et 3000 U.P.

2. Effet de 2 formes de Phosphore, à dose 2500 U/ha, dite de "saturation".

- . Une forme très soluble: P bicalcique
 - . Une forme peu soluble : Hyperphosphate .
 - . Un apport complémentaire d'engrais (N,K) a été fait dès la première culture.
- 1ère culture, pomme de terre, avec complément N 100 et K 100:
Effet très nettement significatif du phosphate bicalcique (+ 209 % de rendement); mais faible (+ 42 %) de l'hyperphosphate qui s'explique par la trop lente solubilité de celui-ci; mais le plant testé était dégénéré et n'a pas permis de bien valoriser cet essai.
 - 2ème culture, maïs (fertilisation complémentaire?): des effets qualitatifs évidents; mais les rendements n'ont pas été mesurés (mélange des récoltes).
 - 3ème culture, haricot, avec complément, K 120 seulement (N=0): effet nettement significatif de l'hyperphosphate (+ 62%), forme la moins soluble, qui agit en 2ème année de culture; effet moins significatif(+ 37%) du bicalcique. Ceci démontre l'intérêt d'un phosphate moins soluble, pour

assurer un arrière-effet en 3ème culture; un complément d'azote aurait mieux valorisé l'apport de P.

- 4ème culture, taro: arrière effet à suivre?

Conclusion: intérêt de la forme moins soluble de P, sur 3ème culture, à valoriser par un complément (N S K).

3. Essai de saturation dit "affiné" en phosphore.

. Phosphate bicalcique, à 1500, 2100 et 2800 U.P.

. mais sans complément N, S, K en 1ère culture.

- 1ère culture, riz, sans complément N, S, K: Seul effet significatif à 2800 U.P., donc seuil "affiné" entre 2100 et 2800, mais non valorisé par un complément (N, S, K) et dégâts d'Helminthosporiose qui ont réduit fortement les rendements.

- 2ème culture, haricot, avec complément N 60, K 120: effet très significatif (+ 98%) à dose 2800 UP; confirme le résultat précédent; mais limité par la dose insuffisante du complément N (60 U).

- 3ème culture, maïs, avec complément N 120 et K 120: résultat positif attendu.

- 4ème culture, à faire, pour étudier l'arrière effet.

Conclusion: la dose nécessaire pour la saturation est située entre 2100 et 2800 U.P. Il faut faire un complément N S K, dès la première culture. Il faut vérifier l'arrière-effet; mais pour cela il faudrait utiliser un phosphate moins soluble, combiné avec un phosphate très soluble.

4. Essai en cours à base d'engrais complet 15 - 15 - 15, à la dose de 100-100-100 avec complément de P (superphosphate triple), à 200, 500 et 2000 UP.

Sur maïs en 1ère culture: montre un effet sensible sur la végétation à partir de 500 U.P, et spectaculaire à 2000 U.P., cet essai confirme déjà qu'un apport minimum de 2000 UP est nécessaire, en première culture, pour saturer le sol et permettre le développement optimum du maïs, et probablement aussi le riz et l'arachide.

Conclusions générales:

1° La saturation en phosphore produit un effet très significatif avec le phosphate bicalcique, entre 2100 et 2800 U.P, en 2ème culture, de haricot;

très probablement à partir de 2000 U.P. sur maïs en lère culture, à condition de faire un complément en éléments N, S, K, dès la première culture.

2° Mais un amendement phosphaté seul, même à haute dose, ne permet pas à la plante de mieux assimiler les autres éléments N, S, K, du sol. L'hypothèse selon laquelle l'apport de Phosphore soluble permettrait d'activer la flore du sol et ainsi la transformation des éléments inclus dans la matière organique en sels disponibles pour la plante, n'est pas vérifiée. Une fertilisation complète est nécessaire pour atteindre un rendement optimum.

3° L'effet du phosphate bicalcique diminue dès la 3ème culture, mais une forme moins soluble, comme l'hyperphosphate produit mieux son effet, en 3ème culture.

Il faudrait donc combiner une forme moins soluble et une forme très soluble, lors de l'amendement phosphaté initial. Sans oublier de renouveler le complément nécessaire en éléments N, S, K, à dose adéquate pour chaque type de culture.

4° Il faut déterminer l'arrière effet jusqu'à au moins une troisième année de culture, pour calculer sa rentabilité; en outre déterminer à partir de quelle année il sera nécessaire de renouveler l'apport de P, à dose modérée (100 à 200 U P) sous une forme très soluble (super-triple), correspondant aux seuls besoins de la plante cultivée (le sol restant suffisamment saturé).

5° Il serait intéressant de considérer la fertilisation phosphatée comme un amendement nécessaire, avant le semis de la première culture. A Dimadju la dose de saturation se situe à environ 2000 U P. Il faudrait combiner une forme lentement soluble (Tricalcique, Hyperphosphate) à la dose d'environ 1500 U.P. et une forme très soluble (Super-Triple) à la dose d'environ 500 U.P., pour que l'effet soit efficace dès la première culture, et l'arrière effet prolongé au moins jusqu'à la troisième ou la quatrième culture. On pourrait utiliser un engrais complet de type 15-15-15, en complément, comme dose même de la fertilisation, suivant les besoins des différents types de plante cultivée, en complétant selon chacune l'élément (N ou K) le plus important.

N.B. Pour des raisons économiques, on pourrait aussi tester une saturation en phosphore progressive, sur la base de 1000 ou de 500 U.P. en première année, puis de 500 U.P. au cours des 2ème et 3ème années, sans oublier une fertilisation normale à base de 15-15-15, adaptée selon les plantes cultivées par un complément en N. (Graminées), ou en K (plantes à tubercules, Légumineuses). Ne pas oublier que la fertilisation doit comporter un minimum de soufre, pour être efficace. Dans le cas de Légumineuses, l'insémination de Rhizobium, pourra réduire très fortement les besoins en azote; il faudra donc modifier la formule de l'engrais en conséquence.

II. Essai de fertilisation de plusieurs plantes cultivées.

Diverses formules de fertilisation ont été testées sur six plantes (arachide, haricot, maïs, pomme de terre, riz, tomate), et sur plusieurs types de sols (trois andosols et deux sols "bruns").

A. Légumineuses.

1. Arachide.

Les essais ont eu lieu sur trois types de sols: andosol de Dimadju, andosol de Ndzaudze et sol brun d'Idjikundzi.

a. Andosol "des hauts" de Dimadju, désaturé et très humifère, à très forte rétention du Phosphore.

a.1. Saturation en P à doses élevées (100, 3000, 5000), forme très soluble (bicalcique), mais sans complément en N, S, K,:

L'effet des doses 3000 et 5000 est hautement significatif.

a.2. Engrais composé (15-15-15) à dose "90-90-90": L'effet est peu significatif.

b. Andosol de Ndzaudze, saturé, à rétention modérée du Phosphore.

. 2 Formes de P à dose de 150, mais peu solubles (tricalcique, hyperphosphate), sans complément en N,S,K:

Il n'y a pas eu d'effet significatif (mais P est peu soluble ou à dose trop faible).

c. Sol brun-eutrophe et andique de Idjikundzi, à rétention modérée du phosphore.

c.1. 2 Formules de P à dose 150, l'une très soluble (bicalcique) et l'autre peu soluble (hyperphosphate), sans complément en N,S,K,:

Il n'y a pas eu d'effet significatif (dose de P trop faible?, ou besoin en N et S non satisfait ?).

c.2. Engrais composé (15-15-15) à dose 60-60-60: Pas d'effet significatif.

c.3. 2 combinaisons d'engrais simple, à dose 60-60-60, toujours à base de P bicalcique et de K sulfate, mais une variante de l'azote:

Sulfate d'Am. ou Nitrate de Ca:

Il n'y a eu aucun effet significatif (sauf très faible du sulfate d'Am).

En conclusion des essais sur l'arachide:

1°- Sur les sols à rétention modérée du phosphore (andosol de Ndzaudze et sol brun d'Idjikundzi), il n'y a pas eu d'effet significatif. Cela s'explique: les sols sont assez riches en Ca, Mg et K échangeables, ont une rétention modérée du phosphore; l'azote n'est pas le facteur limitant pour l'arachide; le rendement du témoin est moyen. Donc, la fertilisation semble inutile. Cependant, il faudrait tester une formule avec des doses élevées de phosphore (500 et 1000) et un faible apport de Sulfate d'Ammonium (15 à 25 N), pour atteindre un rendement optimum. La rétention du phosphore dans ces sols, bien que modérée, peut être le facteur limitant.

2° - Sur l'andosol à très forte rétention du phosphore (type Dimadju), les essais n'ont été hautement significatifs que dans le cas d'une forte saturation en P (> 1000 unités). Cependant, il aurait fallu tester l'effet d'un complément modéré en N, S (Sulfate d'Am. à 25 ou 50 N) et en K (50 ou 100 K₂O). Un apport d'engrais composé, même à forte dose (90-90-90), a eu un effet peu significatif. Il faudrait essayer l'inoculation de Rhizobium, pour diminuer les besoins en azote.

2. Haricot.

Les essais ont eu lieu sur deux types de sols: andosols "des hauts", type Dimadju (à Batsa et à Dimadju), et sols bruns-andiques, type Idjikundzi.

a. Andosols des hauts, désaturés, très humifères, et à forte rétention du Phosphore.

a.1. Saturation en P à doses élevées, arrière-effet en 2^e ou 3^e culture:

.1°- P bicalcique, très soluble, à doses 1000-3000-5000; complément N(60) et K (120); 3^eme culture.

L'arrière-effet d'une forme très soluble est peu significatif. Il aurait fallu renouveler l'apport de P(bicalcique) à dose modérée (100, 200 ou 500).

.2°- 2 formes de P à dose 2500: très soluble (bicalcique) ou peu soluble (hyperphosphate); complément K (120), mais sans N; 3ème culture.

L'arrière-effet de la forme peu soluble sur le rendement est significatif (+ 62%), mais limité par une "faim" d'azote; la forme très soluble n'a qu'un effet résiduel peu significatif (+ 37%) en 3ème culture.

.3°- P bicalcique à dose "affinée" (1500, 2100 et 2800); complément N(60) et K (120); 2ème culture (après riz, 1ère année).

L'arrière-effet en 2ème culture, d'une forme de P très soluble, sur le rendement, est très significatif (+ 98%)* à dose 2800, quoique limité par une "faim" d'azote; il est encore significatif (+ 65%) à doses 2100 et 2500. Il faudrait tester un complément de N plus élevé (à 100-120).

* NB Valeurs en % du rendement du traitement N 60, P 0, K 120, considéré comme "Témoin".

a.2. Recherche d'une formule de fumure, par combinaison d'engrais simples, en 1ère culture, sur 2 variétés (B 801 et Nicanor). Tous les essais ont comporté SO_4K_2 à dose 100; 2 formes d'azote furent testées, Sulfate d'Ammonium et Nitrate de Ca, à dose 100; 4 formes de phosphore, dont 2 très solubles (Bicalcique et Superphosphate) et 2 peu solubles (Hyperphosphate et Tricalcique), toutes à doses 200, suivant le protocole suivant:

N Formes	Formule			P Formes	Variations B.801 % TK*	Rendement/T	
	N	P	K			Nicanor % TK*	% Tx*
Témoin K	0	0	100		0	0	- 47
Sans N	0	200	100	Bicalcique	+ 54	+ 109	+ 12
Sulfate Am.	100	0	100	Sans P	+ 193	+ 116	+ 15
"	100	200	100	Hyper.Ph.	+ 251	+ 144	+ 30
"	100	200	100	Tricalcique	+ 202	+ 181	+ 50
"	100	200	100	Super.Ph.	+ 154	+ 175	+ 38
"	100	200	100	Bicalcique	+ 358	+ 403	+168
Nitrate Ca.	100	200	100	"	+ 219	+ 159	+ 47

* TK, témoin K 100

* Tx, base de Témoin absolu estimée à 6 qx /ha

L'interprétation de cet essai pose un problème, car le Témoin de référence n'est pas le témoin absolu, mais le traitement 0-0-100. Sur cette base tous les traitements montrent un effet très positif sur les rendements (+ 100 à 400 %). Le traitement Sulfate d'Ammonium + Phosphate Bicalcique, pour les deux variétés de haricot, est 2 à 4 fois plus efficace que les autres essais.

En réalité, la valeur de rendement maximum obtenue est sensiblement égale à celle du traitement a.4.3° (100 de Sulfate Am, 2800 de P Bicalcique et 100 de Sulfate K). Il faudrait considérer que le traitement K seul est dépressif, en l'absence de N et P. Sur la base d'une valeur estimée du témoin absolu de 6 qx/ha, seul le traitement Sulfate Am et Phosphate bicalcique serait très significatif, les autres n'étant que peu ou modérément significatifs. Ceci montre qu'il faut respecter un certain équilibre entre les trois éléments N, S, P.

En conclusion de l'ensemble des essais a.1 et a.2:

1° En première culture, un apport de Phosphate bicalcique à dose 200, est très efficace si l'équilibre N S P est respecté avec une combinaison de sulfate d'Am (N 100) et de sulfate de K (K 100).

2° En deuxième culture, il faut une dose initiale de P bicalcique d'au moins 2000 pour produire un arrière effet aussi important (avec un complément N 60 et K 120).

3° En troisième culture, avec une dose initiale de P 2500, seule la forme lentement soluble d'hyperphosphate, produit un arrière effet comparable, quoique sans apport d'azote (avec complément K 120, seul).

a.3- Inoculation de Rhizobium (à Batsa).

Ces essais ont tous comportés un apport initial de superphosphate (P 200) et de sulfate de potassium (K 100). Ils comparent un traitement sans azote et un autre avec une dose "starter" (N 25) de sulfate d'ammonium. Le premier a eu un effet modéré; le deuxième est plus nettement positif.

En conclusion le Rhizobium permet de pallier les besoins en azote, avec une fertilisation P,K modérée. Mais, l'effet starter d'un apport initial d'azote (et d'un complément S) est positif. Il conviendrait de tester un apport de phosphore à plus haute dose (500, 1000 et 2000) pour rechercher le rendement optimum.

a.4- Engrais combiné 15-15-15, à dose 60-60-60, complété par Sulfate de K (60 K), sur haricot-vert (Dimadju).

L'effet a été positif, mais modéré (+ 50% de rendement en gous-
ses). Il faudrait tester un apport de phosphore à plus haute dose (200,
500, 1000 et 2000), ainsi que l'inoculation de Rhizobium.

b. Sol brun-andique, des hauts d'Idjikundzi, sol eutrophe, à rétention mo-
dérée du Phosphore.

.2 formes de Phosphore très soluble P bicalcique et Superphosphate, à do-
dose 200; mais sans complément N,S,K.

L'effet a été positif, mais modéré (+ 40%). La limite de cet
effet provient soit d'une déficience N, S, K, soit aussi d'un apport trop
restreint en P. Le sol concerné a manifesté au laboratoire une rétention
importante du phosphore; il est donc possible que le phosphore soit le
facteur limitant. Il faudrait tester une formule à base de 10-20-20, à
dose 50-100-100, complétée par un phosphate très soluble aux doses 200,
500 et 1000; ou bien l'inoculation de Rhizobium et une combinaison d'en-
grais simples comprenant: 25 N de Sulfate d'Am (dose stater), 100 K de sul-
fate de K et 200, 500 ou 1000 P de phosphate bicalcique ou de Super-Tri-
ple; afin d'atteindre le rendement optimum.

B. Graminées, Céréales.

1. Maïs.

Les essais ont eu lieu seulement sur un andosol "des hauts",
type Dimadju (andosol désaturé, très humifère, à très forte rétention du
phosphore).

a. Saturation en P, à doses élevées, arrière-effet en 2ème ou 3ème cultu-
re:

a.1. P bicalcique très soluble, à doses 1000-3000-5000; sans complément
N,S,K; arrière-effet 2ème culture:

Un effet faiblement significatif (+ 40% de rendement) n'est ob-
tenu qu'à dose 5000; améliorant l'assimilation de N et de P, mais pas de
K.

a.2. 2 formes de P à dose 2500: très soluble (bicalcique) et peu soluble
(hyperphosphate); sans complément N, S, K; en 2ème culture:

Il y a eu un effet végétatif évident; mais par malheur, les rende-
ments n'ont pas été mesurés.

a.3. P bicalcique à dose "affinée" (1500 - 2100 et 2800; avec complément N (120) et K (120)); en 3ème culture.

Le résultats est attendu.

b. Engrais composé (15-15-15), à dose 100-100-100 et complément de P à doses 200-500 et 2000, forme très soluble (Super-Triple); en lère culture:

Les effets qualitatifs sur la végétation, à la mi-janvier 1988, sont évident: sensibles à dose 500, très marqués à dose 2000. Ceci démontre la nécessité d'une bonne saturation en P (dose 2000), pour valoriser au mieux une fertilisation de base avec un engrais composé. Les résultats de rendement sont attendus.

En conclusion: Il est évident qu'une fertilisation phosphatée seule, même à haute dose, ne suffit pas pour améliorer très fortement la fertilité; pas plus qu'un engrais complet (type 15-15-15), même à dose 100-100-100, ne le permet sans une saturation de l'andosol par une dose suffisante de phosphore, probablement 2000 unités dans le cas de l'andosol de Dimadju. Les derniers essais en cours devraient le démontrer.

Pour obtenir un arrière-effet conséquent du phosphore en 2ème et surtout en 3ème culture, comme pour les plantes précédentes, il convient d'utiliser une forme lentement soluble comme amendement initial et une forme très soluble pour la nutrition immédiate de la plante.

2. RIZ.

Les essais ont eu lieu seulement sur un andosol "des hauts", type Dimadju (andosol désaturé, très humifère, à très forte rétention du phosphore).

a.1. Les essais de 1985 ("riz-chaulage" en lère culture; "arrière-effet fertilité", en 2ème année de culture), ont montré: -1° Sur le traitement "Ecobuage", l'impact spectaculaire sur le rendement

d'un accroissement de P "assimilable" du sol au-dessus de 4000 ppm (et de K à 0,5 me:100g).

. 2. un arrière-effet nul, dès que le P "assimilable" du sol est revenu en-dessous de ce seuil.

b. Saturation en P bicalcique à dose affinée (1500-2100-2800); sans complément N, S, K. en lère culture.

Seul le traitement 2800 P a été nettement positif (+ 60%). Mais

ce résultat a été restreint, d'une part par manque de fertilisation complémentaire (N,S,K), d'autre part par les dégâts de l'Helminthosporiose; Une fertilisation plus équilibrée aurait permis de réduire la sensibilité à cette maladie et de mieux valoriser l'effet phosphore; le riz a des besoins élevés en azote.

C. Solanacées, Plantes légumières.

1. Pomme de Terre.

Les essais ont eu lieu seulement sur les andosols "des hauts", à Dimadju et à Batsa (andosols très humifères, à très forte rétention du phosphore), tous en lère culture.

a. Fumure complète (N,S,P,K) à dose 100-100-150, normale, (à Batsa):

- . d'engrais complet 15-15-15 et complément sulfate K
- . combinaison d'engrais simples, à base de sulfate d'Am et sulfate K, et 2 formes de P, l'une très soluble (super-triple) ou l'autre peu soluble (Tricalcique).

Toutes les formules d'engrais ont eu un effet très significatif (+ 100 à 145% de rendement). L'apport de super-triple, forme de P très soluble, a été plus efficace que celui de Tricalcique (+ 145 au lieu de + 100%). L'engrais composé 15-15-15 a eu un effet intermédiaire.

b. Saturation en P à 2500; 2 formes: très soluble (bicalcique), ou peu soluble (hyperphosphate); complément N (100) et K (100).

Le phosphate très soluble a eu un effet très positif (+ 200%) et nettement supérieur au phosphate peu soluble (+ 40%). (NB: Mais ce résultat a été obtenu avec un plant de pomme de terre dégénéré et il aurait fallu tester un apport de K plus élevé à dose 150).

c. Comparaison d'engrais simples combinés et d'engrais composé (15-15-15) à trois doses, et de 2 formes de P (Super-Triple, ou Hyper-Phosphate); à Dimadju:

NB: Le témoin a eu un rendement élevé (9 T/ha) et la variabilité inter-traitements est élevée.

Tous les traitements avec un phosphate très soluble (Super-Triple), sont nettements positifs, alors que le phosphate peu soluble (Hyper P.) n'a pas eu d'effet significatif. Cela confirme l'essai précédent (b) et donc le rôle important du phosphore.

Formule			Formes d'engrais			Accroissement
N	P	K	N	P	K	Rendement
60	60	100	Am-Sulfate/ 15-15-15	<u>P Super-Triple</u>	K Sulfate + K Sulfate	+ 48 % + 81
100	100	150	Am-Sulf. 15-15-15	<u>P.Super</u>	/ K.Sulf. + K.Sulf.	+ 91 + 69
140	140	200	Am.Sulf. 15-15-15	/ <u>P.Super</u>	/ K.Sulf. + K.Sulf.	+ 67 +141
100	100	150	Am.Sulf.	/ <u>P.Hyper-Phos.</u>	/ K.Sulf.	+ 17

L'engrais composé 15-15-15, est aussi efficace qu'une combinaison d'engrais simples. Cependant, il faudrait tester une formule plus riche en phosphore, à dose: 500, 1000 et 2000, pour rechercher l'effet optimum; même si cela n'est pas économiquement rentable.

2. Tomate

Les essais ont eu lieu sur deux types de sols: andosol de Pimba et sol "brun" de Kové (au Sud de l'île).

A. Andosol de Pimba, désaturé, "chromique" (rouge), à forte rétention du Phosphore, déficience en calcium et potassium.

Formes d'engrais, simples ou composés, à dose 200-200-200.

	N	P	K	Accroissement
				Rendement
2 formes d'engrais simples*	Nitrate Ca/Super-Triple/Sulf.K			+ 110%
	" /Tricalcique/Sulf.K.			+ 13
*comprenant un phosphate très soluble et un phosphate peu soluble				
2 formes d'engrais composés	15-15-15			+ 100%
	10-20-20	+ Nitrate	Ca	+ 64%

Une fertilisation complète (N,S,P,K) à dose 200 double le rendement, à condition que le phosphore soit très soluble. Ceci montre que P est encore l'élément limitant. Il faudrait tester des doses plus élevées à 500, 1000 et 2000, pour obtenir un rendement optimum.

b. Sols "bruns" de Kové; sol brun eutrophe à rétention faible du phosphore:

		†	
		Accroissem.	du rendement
b.1-Didjoni;	<u>2 engrais composés</u> 15-15-15		+ 55 %
à dose	200-200-200	10-20-20+ Ca-Nitrate	+ 58%
b.2- Djivani; combinaison à dose 200-200-200			

	N	P	K	
d'engrais simples	Ca-Nitrate/Super-Triple/K. Sulfate			+ 82%
	Am-Sulfate " / "			+ 99%
d'engrais composés	15-15-15			+ 62%
	10-20-20, + Ca-Nitrate			+ 55

- 1°. Un engrais complet augmente de 50 à 60% le rendement; ceci est rentable pour la tomate; (mais le serait moins pour une autre plante).

- 2°. Les engrais combinés à base de Superphosphate-Triple, ont eu un meilleur effet (+ 80 à 100%). Est-ce dû à cette forme très soluble de P? L'effet du phosphore est donc probable; il serait intéressant de tester des doses plus fortes de P, à 500 et 1000 pour obtenir un rendement optimum.

- 3°. Le sulfate d'Ammonium est plus efficace que le nitrate de Calcium. Est-ce dû à la forme ammoniacale ou à l'effet soufre du sulfate? Comme sur les autres plantes, il faut un bon équilibre N, S, P, pour obtenir l'effet optimum.

III. Conclusions des essais sur les 3 principaux types de sols.

A. Andosols "des hauts", types Dimadju et Pimba.

1°- Le phosphore est toujours le premier élément limitant. Le complément à ajouter au phosphore "assimilable" (méthode Olsen-Dabin) du sol initial, pour saturer sa capacité de forte rétention, est d'au moins 2000 ppm, pour l'andosol très humifère de Dimadju. Ce complément pourrait être seulement 1000 ppm pour les andosols "chromiques", moins humifères, de Pimba et de M'vuni.

2°- Il faut toujours, en outre, un apport équilibré en éléments N,S,K, suivant les besoins de la plante, pour atteindre un effet optimum.

3°- En première culture, une forme de phosphore très soluble est nécessaire pour satisfaire les besoins immédiats de la plante. Mais à plus long terme (3ème culture), seule une forme lentement soluble produit un arrière-effet. Il convient donc d'assurer la saturation du sol avec un phosphate lentement soluble, comme amendement, mais d'assurer une fertilisation équilibrée avec du phosphore très soluble à la dose d'environ 200 unités P, sur chaque culture et dès la première.

4°- Un engrais composé peut être utilisé, outre l'amendement phosphaté initial, comme base de la fumure minérale, à condition de compléter la formule en l'élément le plus important pour chaque type de plante cultivée.

5°- Le sulfate d'Ammonium, comme source d'azote, est plus efficace que le nitrate de Calcium; soit à cause de la minéralisation plus lente de l'Ammonium, soit aussi à cause de la synergie de l'Azote et du Soufre pour une nutrition équilibrée de la plante.

6°- L'inoculation du Rhizobium sur les graines de Légumineuses permettra d'économiser la fumure azotée; cependant une dose "starter" de sulfate d'Ammonium (dose 25 N) est efficace.

B. Andosols "saturés", type Ndzaudze et sols bruns "andiques", type Idjikundzi.

1°. Les effets de la fertilisation sont faibles sur l'arachide. Ce sont des sols "eutrophes", initialement de bonne fertilité et à rétention plus modérée du phosphore. Cependant il serait utile de tester des doses plus fortes de P (200, 500 et 1000), complétées d'un apport équilibré en N,S,K, pour obtenir le rendement optimum.

2°. Sur le haricot, une fumure comprenant du phosphore très soluble à dose 200 est positive; il conviendrait de tester une formule équilibrée en N, S,K, avec des doses plus élevées de P (500 et 1000), et également d'essayer l'inoculation du Rhizobium. Par ailleurs il faudrait vérifier les besoins en certains oligo-éléments, notamment le Cuivre et le Molybdène.

C. Sols Bruns "eutrophes", type Kové.

1°. Les essais de fertilisation sur la tomate, à dose 200-200-200, sont tous positifs. Cependant l'effet du phosphate très soluble (Super-Triple) est plus marqué, suggérant que le phosphore demeure un premier élément limitant. Il faudrait tester des doses plus fortes (500, 1000) pour obtenir le rendement optimum.

2°. Le sulfate d'Ammonium est toujours plus efficace que le Nitrate de Calcium, suggérant encore l'importance de la synergie N-S.

ANJOUAN

A Anjouan, la cellule Recherche-Développement avait fait une première série d'essais de fertilisation en 1984-85; dont il a été rendu compte (Biarnes et Quantin, 1986). Ces essais ont été poursuivis et précisés en 1986-87.

I. Essais de 1984-85

1. Fertilisation minérale:

- . Apport de cendres (résidu de distillerie), sur arachides.

Cet apport a pour but de pallier des déficiences minérales en Potassium et en Calcium. Les effets ont été sensiblement positifs sur les sols "bruns" des stations de Gege et de Hachipinda, sols que l'analyse a montrés déficients en K. Mais ils ont été négatifs sur le sol brun "eutrophe" et andique de la station de M'Lima (Bambao), qui est riche en potasse. Cependant, il aurait fallu vérifier l'intérêt d'un complément en azote, en phosphore et en soufre, pour obtenir un rendement optimum.

- 2. Fertilisation animale(stationnement de bovins) dans le Niumakele (région d'embocagement).

a. Sur andosol du plateau de Liwara, hors du bocage, en culture de riz pluvial, l'effet de stationnement sur le développement du riz est visuellement très positif.

b. Sur sol brun-eutrophe et andique, du rebord du plateau, dans le bocage, l'effet du stationnement est visuellement très sensible sur toutes les cultures, au-delà de un mois de stationnement du bétail.

Dans tous les cas la fertilisation animale a produit un fort enrichissement du sol en potasse. Mais il est probable, sans que cela ne soit apparu à l'analyse globale du sol, que la fumure animale a contribué à la nutrition en N et P des plantes, par un apport sous des formes très labiles qui n'ont pas accru le stock global de N et de P (total, assimilable) du sol.

II. Essais de 1986-87

1. Fertilisation minérale:

a. Suite de l'essai "cendres", sur arachide, avec complément d'azote à 3 doses 20, 40 et 60, sous forme Nitrate de Ca.

a.1- Sur Andosol de Koni:

- les cendres seules (riches en K): ont un effet dépressif;
- cendres + azote: ont un effet significatif, mais limité.

a.2- Sur sol fersiallitique (sol argilo-limoneux, rouge, eutrophe) de M'Rémani:

De même il y a eu un effet dépressif des cendres seules; positif, mais limité de l'azote en complément des cendres.

En conclusion, un apport de K seul est dépressif; l'azote sous forme de nitrate en complément des cendres, n'est que faiblement efficace. Il aurait fallu tester une fertilisation N S P K équilibrée, et dans le cas de l'andosol des doses élevées de phosphore.

b. Essai de saturation en Phosphore de l'Andosol de Tsembehou; c'est un andosol désaturé jeune, à rétenion modérée de P, mais déficient en K.

-2 doses de P (4000 ppm (500 du sol initial + 3500)

(2000 ppm (" " " + 1500)

-sous 3 formes (peu soluble: hyperphosphate

(très soluble:bicalcique et super-triple

-une fumure NPK "de base" à dose 50 -30- 15.

b.1-Arachide, en 1ère culture:

-NPK "de base", seul: effet nul.

-Avec saturation de P: effets significatifs sur la végétation et le rendement (x 2); mais peut être limités par un mauvais équilibre N S P (à améliorer).

b.2- Maïs, en 2ème culture; sans nouvel apport (arrière-effet):

- NPK "de base", seul: effet nul

2. Fertilisation organique:

a. Essai "paillage" feuilles de *Leucaena*), sur sol brun andique de la station de Gege, en culture de maïs.

Il s'agit d'un sol dégradé par érosion superficielle. Les effets sont très significatifs (rendement x 3 à 4); mais l'essai n'a pas été rigoureux, le témoin étant sur le sol amont, le plus érodé.

b. Fertilisation animale (stationnement de bovins), sur sol fersialitique, à Banda-Madgi, en culture de maïs.

Les accroissements de rendement sont spectaculaires. Le rendement optimum, 60 à 70 qx/ha, est obtenu avec un stationnement limité du bétail (3 mois, soit 200 T/ha de fumier). Un excès de stationnement et donc de fumier, diminue fortement le rendement (il provoque un déséquilibre minéral).

c. Restauration de la fertilité par une Jachère à Légumineuses (de 3 ans), sur sol brun-andique de Gégé, érodé, en culture de maïs.

Les rendements ont été multipliés par 3; mais le témoin était situé en amont sur le sol le plus érodé.

CONCLUSIONS DES ESSAIS D'ANJOUAN.

1. Fertilisation minérale

Les résultats sont proches de ceux obtenus à la Grande Comore.

a. Sur andosols (types Tsembehou, Koni et Liwara).

1°. La fertilisation en éléments K et Ca, par un seul apport de cendres, est dépressive. Ces éléments, même s'ils sont déficients, ne sont pas le premier facteur limitant de la fertilité.

2°. Un complément d'azote, à l'apport de cendres, sous forme de nitrate de calcium, pas plus qu'une fumure normale en éléments N P K, ne sont nettement efficaces.

3°. Seule une saturation préalable du sol en phosphore à dose 1500 (U/ha de P_2O_5), combinée à la fumure NPK de base, a eu un effet nettement positif (rendement x 2 ou 3).

b. Sur sols fersiallitiques (type M'Remani) et sur sols bruns (type Gege).

1°. Un apport de cendres (K,Ca) seul est dépressif. Un apport complémentaire d'azote (nitrate de Ca) n'a qu'un effet limité.

2°. Il faudrait tester une formule équilibrée N,S,P,K, et des doses assez élevées (200 et 500 U/ha) de Phosphore, pour obtenir un rendement optimum.

2. Fertilisation organique.

a. La Fertilisation Animale, par stationnement du bétail, est très efficace, sur andosol, sol brun et sol fersiallitique.

b. Le paillage, par apport de feuillages de légumineuses, est positif; mais l'essai n'a pas été conduit d'une manière rigoureuse.

c. Une jachère de légumineuses, améliore nettement la fertilité; mais l'essai n'a pas été conduit d'une manière rigoureuse.

Il est sûr que la fertilisation organique est une solution économique. Mais, peut-elle être généralisée rapidement et en toutes les situations?

REFERENCES

BIARNES(A.) et QUANTIN(P.), 1986 - Analyses d'essais de fertilisation sur des sols des Iles Comores (Anjouan et Grande Comore). Rapport multi-graphié, ORSTOM/IRAM, 55 pages et annexes.

QUANTIN(P.), 1987 - Sols des Comores, série de 1986: Interprétation préliminaire des analyses; caractérisation et classification des sols. Rapport manuscrit ORSTOM, 19 pages.

CRD-CEFADER, 1987 - Essais de saturation du sol en phosphore, Dimadju 1986-87, sur arachide, maïs, haricot, riz et pomme de terre. Rapport multi-graphié de CRD, 10 pages.

CRD-CEFADER, 1987 - Résultats de la Recherche, campagne 1986-87 (résultats partiels*); ligne de Programme de la Campagne 1987-88. C.R. réunion mensuelle du CEFADER du 9.11.87.

LARCHER(J.), LATRILLE(E.) et HENEAUD(H.), 1974 - L'azote et la nutrition azotée du riz pluvial aux Comores. Rapport multigraphié IRAT, Comores, n° 15, 36 pages.

* NB: D'autres résultats nous ont été communiqués en janvier 1988. Un certain nombre sont encore attendus en mars 1988.

Bondy, 9 mars 1988

P. Quantin

