

REPUBLIQUE DU SENEGAL  
PRIMATURE

DELEGATION GENERALE  
A LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE

FR/BW  
63A

CN0101314  
F0401E170  
CNRA

REFLEXION D'ENSEMBLE SUR LE PROBLEME  
DE L'ENGRAIS MINERAL DANS LE BASSIN ARACHIDIER

A propos de l'analyse faite par M. WESLEY G. SMITH  
expert consultant de la Banque Mondiale

Juillet 1975

Centre National de Recherches Agronomiques  
Bambey

INSTITUT SENEGALAIS DE RECHERCHES AGRICOLES  
(I. S. R. A.)

REFLEXION D'ENSEMBLE SUR LE PROBLEME  
DE L'ENGRAIS MINERAL DANS LE BASSIN ARACHIDIER

A propos de l'analyse faite par M. WESLEY G. SMITH  
Expert consultant de la Banque Mondiale

R E S U M E

1 - RAPPEL CIRCONSTANCIE DE LA POSITION DE LA RECHERCHE EN MATIERE  
DE FERTILISATION

La politique de la recherche au Sénégal tente de répondre aux impératifs généraux que doit satisfaire la fertilisation (élévation des rendements, rentabilité immédiate, conservation du patrimoine foncier) auxquels s'ajoutent ceux liés à la vulgarisation (limitation du nombre de formules, uniformisation du volume à épandre). Ceci l'a conduit à mettre au point deux systèmes de fertilisation :

- L'un, de formules peu concentrées, adapté à une agriculture extensive qui satisfaisait à tous ces impératifs tant que les jachères étaient assez répandues. Actuellement, s'il ne permet plus d'équilibrer les exportations du fait de la disparition des jachères, il a du moins le mérite, en solution transitoire, d'être incitatif pour une agriculture qui n'a jamais pratiqué la fertilisation.

- L'autre, dont les formules sont plus riches, permet de compenser les exportations dans un système intensif à production plus élevée. C'est vers ce système que l'on doit tendre assez rapidement en l'absence de jachère.

En système extensif les études sur la fertilisation de l'arachide ont été conduites depuis 1947 par le CNRA de Bambey et par l'IRHO. Il est important de remarquer que, bien qu'utilisant des voies différentes, les deux organismes ont abouti à des résultats très proches, testés en milieu paysan dès 1955. Il en est résulté en 1963 une série de recommandations communes qui devait servir de base à la SATEC chargée du développement de la culture arachidière. Quelques modifications sont intervenues au moment de la création de la SIES, sans entraîner de profonds bouleversements.

L'apparition de carences potassiques liées à la disparition des jachères devait nous amener en 1973 à modifier la fumure proposée pour le Sud du Bassin arachidier.

Actuellement 4 formules sont utilisées. Bien qu'épandues partout à la même dose de 150 kg/ha, la concentration des fumures augmentant, la quantité d'éléments fertilisants épandus à l'hectare s'accroît du Nord au Sud avec la pluviométrie.

Pour le mil et le sorgho, une formule unique a été seule retenue car c'est celle qui a donné le plus de satisfaction dans toutes les écologies où elle a été testée. Le choix n'est pas si mauvais puisque de l'avis de l'expert, les paysans l'utilisent volontiers.

En système intensif, le phosphatage de fond qui permet de redresser la carence phosphatée, constitue un véritable amendement, en général réalisé au moment du dessouchage.

Les apports complémentaires visent à obtenir un certain rendement tout en équilibrant le bilan minéral, grâce à la restitution d'une bonne partie des résidus de récolte.

Cet ensemble de recommandations constitue pour les agronomes, ce que l'on peut offrir de mieux adapté au contexte actuel quelles que soient les conditions pluviométriques.

## 2 . ANALYSE DU RAPPORT DE M. WESLEY G. SMITH

L'analyse de M. SMITH se réfère à certaines affirmations contredites par les faits: les recommandations de la recherche en matière de fertilisation arachidière ne sont pas du tout uniformes sur le bassin arachidier; il n'y a pas de désaffection des agriculteurs pour l'engrais, bien au contraire, comme le montrent les commandes pour 1975.

L'effet de l'engrais n'est pas atténué lorsque l'on transpose les résultats de la recherche en milieu paysan, même si on n'est pas toujours au même niveau de rendements.

D'un autre côté, l'expert ne tient pas compte des différences entre la situation américaine, qu'il connaît bien, et la situation sénégalaise. En particulier, il néglige le caractère sableux et chimiquement pauvre des sols du Sénégal, et privilégie, sans avancer de raisons, l'érosion éolienne. Il prône la rentabilité immédiate, qui est effectivement un critère fondamental; mis ne doit pas aller jusqu'à entraîner la dégradation rapide du patrimoine, inévitable lorsqu'on applique son raisonnement.

Enfin, son analyse trop rapide aboutit à des banalités, alors que tout au contraire on attendait de lui qu'il suggère des solutions originales, adaptées aux conditions particulières qu'il a rencontrées.

A aucun moment, le problème que pose la fertilisation au Sénégal n'est clairement posé. Aussi bien, il se propose d'étudier une multitude de facteurs dont le choix, arbitraire, néglige les connaissances acquises. Il en vient donc à proposer un dispositif très lourd et peu réaliste, qui finalement répond mal à une question mal posée,

Il prend enfin des libertés inacceptables avec les règles méthodologiques, distributions au hasard répétées d'une année sur l'autre sur la même série de parcelles, superposition de variables qu'il prétend cependant analyser séparément, application de la loi des grands nombres à des sondages sur échantillons trop restreints, implantation d'une enquête sur une population sans tenir compte de la distribution de celle-ci.

En fait, pour complètes que pourraient apparaître ses propositions, elles sont tout à fait factices, et il est facile de le démontrer en faisant un calcul simple à partir des protocoles établis par l'auteur, duquel on déduit les seules recommandations de fertilisation qu'il pourra faire. On se demande alors l'intérêt d'une telle étude, qui au bout de trois ans ne dira que ce qu'on veut lui faire dire.

### 3 - NOTRE PROPRE ANALYSE DU PROBLEME DE LA RENTABILITE DE L'ENGRAIS

En fait, y a-t-il un problème de l'engrais au Sénégal ? Si oui de quelle nature est-il ?

L'analyse des résultats obtenus depuis 19 ans en milieu paysan ou en champs de pré vulgarisation permet de conclure qu'en Doyenne, par région, et dans les conditions de prix actuelles, l'engrais minéral vulgarisé est rentable et attractif pour le paysan sénégalais.

L'étude fréquentielle montre cependant qu'il existe un problème au niveau de la région Nord la plus touchée par les sécheresses des dernières années. Au prix réel de l'engrais la rentabilité n'est assurée au niveau national que deux années sur trois.

D'une manière générale le développement agricole de la zone Nord pose d'ailleurs de réels problèmes sur le plan de la technique, il y a des espoirs raisonnables d'augmenter la capacité de production de cette région en s'élevant à un niveau d'équilibre très supérieur à l'état actuel mais la mise en place des techniques propres à relever ce niveau nécessitera des moyens importants, donc une aide de l'état. Le statu quo ou l'abandon de l'engrais aurait par contre pour conséquence de faire évoluer l'équilibre actuel vers un niveau inférieur, voire vers une stérilisation des terres.

L'option à prendre ne relève évidemment pas de notre compétence, mais nous pensons qu'à l'heure de la décision, les aspects et conséquences techniques de ce choix devrait être pleinement évalué,

Le reste du Bassin arachidier ne pose par contre aucun problème particulier de rentabilité, La subvention permet de mieux supporter les années déficitaires. Il faut remarquer que le remplacement de la 6-20-10 par la 8-18-27 paraît être une opération fructueuse si l'on se réfère aux plus-values obtenues.

Cela ne signifie pas évidemment que l'on ne puisse pas apporter de nettes améliorations dans ce domaine,

La recherche s'attache à maîtriser les mécanismes qui contrôlent le lessivage, pour tenter de réduire les pertes d'une partie des éléments fertilisants, Elle tâche à l'opposé d'analyser les conditions qui permettent la meilleure expression de l'engrais. Il reste que l'on dispose déjà d'un ensemble de pratiques culturales dont on sait qu'elles ont un effet important sur la valorisation de l'engrais. Sur cet aspect, il y a certainement un travail à faire, à la fois pour confirmer l'interaction positive de ces techniques et de la fertilisation, et pour suivre leur pénétration en milieu rural, en tâchant d'identifier et de lever les freins rencontrés.

D'une façon plus générale, il semble souhaitable que l'on se penche plus sur la mesure de l'ensemble des répercussions de l'utilisation des engrais à un niveau macro-économique. Peu d'éléments sont en effet actuellement disponibles pour permettre de choisir la meilleure politique des prix des produits et consommations intermédiaires, dont pourtant l'incidence au niveau de l'économie nationale est très importante.

S'il est vrai que dans le domaine strict de la recherche d'innovation très peu de résultats nouveaux ne sont à espérer de simples expérimentations aux champs, ces dernières demeurent évidemment indiscutables pour la recherche d'accompagnement et notamment pour suivre, en milieu paysan, l'impact de certains thèmes techniques. Ces derniers devraient être le lieu de rencontre Privilégiée de la recherche et de la vulgarisation.

En résumé, dans la mesure où il est possible d'assurer un certain nombre de conditions de réalisation satisfaisants pour ces études, nous suggérons :

- Une étude approfondie du problème d'ensemble de la zone la plus au Nord
- Une étude macro-économique de la politique de fertilisation
- Une étude de l'effet des techniques susceptibles de valoriser la fertilisation et de leur pénétration en milieu paysan
- Cette dernière étude, et quelques autres thèmes, à choisir, pourraient s'appuyer sur un réseau expérimental commun à la recherche et à la vulgarisation.

REPUBLIQUE DU SENEGAL  
PRIMATURE

DELEGATION GENERALE  
A LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE

REFLEXION D'ENSEMBLE SUR LE PROBLEME  
DE L'ENGRAIS MINERAL DANS LE BASSIN ARACHIDIER

A propos de l'analyse faite par M. WESLEY G. SMITH  
expert consultant de la Banque Mondiale

Juillet 1975

Centre National de Recherches Agronomiques  
Bambey

INSTITUT SENEGALAIS DE RECHERCHES AGRICOLES  
(I. S. R. A.)

## P R E S E N T A T I O N

M. Wesley SMITH, agro-économiste à la T.V.A., a effectué au Sénégal une mission d'un mois (du 1er Avril au 5 Mai 1975), au titre de consultant de la SODEVA, pour une étude de l'efficacité des engrais dans le bassin arachidier. Son analyse de la situation devait aboutir à des propositions d'expérimentation qui ont été présentées au CNRA de Bambey au terme de sa mission. Sa position est apparue inacceptable aux chercheurs de l'ISRA, et, au cours des discussions qui ont eu lieu, aucun accord n'a pu se faire. Le Directeur Général de la Production Agricole a alors demandé que le rapport de l'expert soit transmis à la recherche et que l'ISRA, organisme officiel de recherche agronomique au Sénégal, fasse une analyse de ce rapport, et des propositions. C'est l'objet du présent document.

X

X X

A notre sens, la position de l'expert pose tout d'abord une question de principe: le fait de vouloir installer des expérimentations sous la seule direction de l'organisme de vulgarisation, et reprenant des thèmes maintes fois étudiés sans tenir compte de l'acquis, constitue une mise en cause de la compétence non seulement des chercheurs en place, qui ont contribué aux propositions actuelles de fertilisation, mais surtout de la structure même dans laquelle ils travaillent, c'est-à-dire l'Institut Sénégalais de Recherches Agricoles. C'est exactement comme si un organisme quelconque prenait d'autorité le relais de la SODEVA dans le bassin arachidier en arguant que le mode de vulgarisation de la SODEVA ne lui convient pas. Ceci est inacceptable.

En second lieu, l'analyse de l'expert, partant d'un problème mal défini, s'appuyant sur une étude trop rapide et des renseignements parfois sujets à caution, biaisée de plus par quelques a priori dont l'auteur n'a pu se défaire, est incomplète et erronée.

Enfin, la méthodologie proposée pour résoudre les problèmes tels que les voit l'expert apparaît à l'examen inadéquate et incorrecte.

Notre rapport se propose de refaire une présentation de la position de la recherche en matière de fertilisation dans le bassin arachidier, en ce qui concerne l'arachide, le mil et le sorgho.

Nous examinerons ensuite le point de vue de l'expert consultant en essayant de montrer en quoi on ne peut l'accepter, et sur quelles conclusions ses expérimentations ne conquerront pas de déboucher.

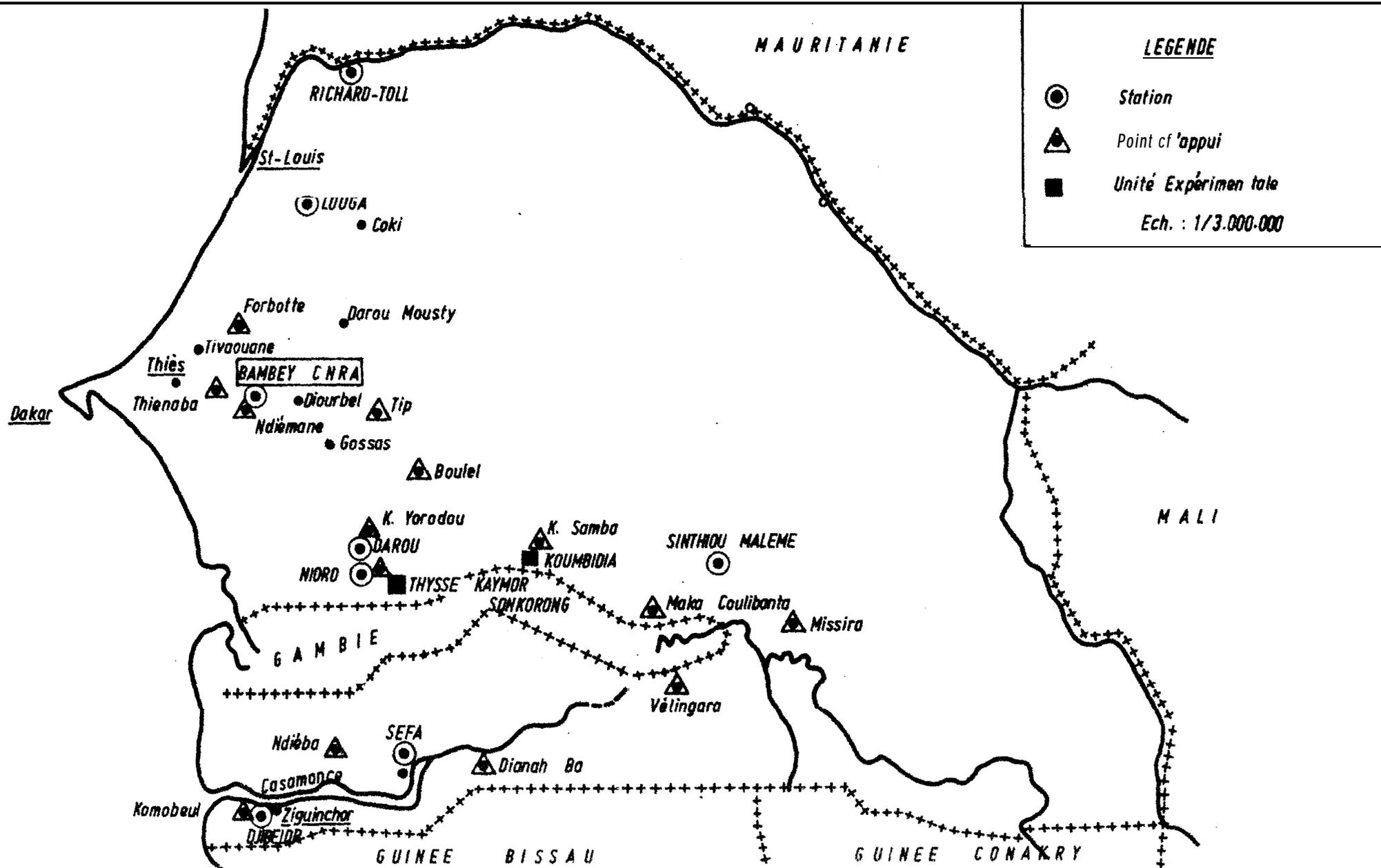
Enfin, dans un troisième chapitre, on tentera de situer le ou les problèmes qui restent liés à la fertilisation dans la zone étudiée, en faisant une étude de la rentabilité actuelle de l'engrais par grande zone, en cherchant à dégager les études que nous croyons devoir être source de progrès. Nous n'irons toutefois pas jusqu'à des propositions de protocoles, car nous pensons que ce n'est qu'une fois leur principe admis que les modalités de leur exécution pourraient être mises au point par toutes les instances concernées.

## S O M M A I R E

|  | Pages |
|--|-------|
| 1 - RAPPEL CIRCONSTANCIE DE LA POSITION DE L'ISRA EN MATIERE<br>DE FERTILISATION .....                                     | 1     |
| 11. Systèmes <b>extensifs améliorés</b> .....  | 1     |
| 12. Systèmes <b>intensifs</b> ou <b>semi-intensifs</b> .....   | 4     |
| 13. Les bilans <b>minéraux</b> : le problème du potassium .....  | 7     |
| 14. <b>Conclusion</b> .....  | 13    |
| 2 - ANALYSE DU RAPPORT DE M. WESLEY G. SMITH .....   | 16    |
| 21. L' <b>argumentation</b> de M. SMITH " " .....  | 16    |
| 22. L' <b>approche proposée</b> .....  | 24    |
| 23. <b>Conclusion</b> .....  | 28    |
| 3 -NOTRE PROPRE ANALYSE DU PROBLEME DE LA RENTABILITE DE<br>L' <b>ENGRAIS</b> EN MILIEU PAYSAN .....                       | 30    |
| 31. En l' <b>état</b> actuel des <b>choses</b> , l' <b>engrais</b> est-il rentable<br>au niveau du champ du paysan ? ..... | 30    |
| 32. <b>Peut-on accroître</b> la rentabilité de l' <b>engrais</b> an milieu<br>paysan ? .....                               | 43    |
| 33. Quelques sujets qui méritent <b>réflexion</b> .....  | 49    |
| 331. Le problème de la zone Nord.....  | 49    |
| 332. Pour une <b>étude macro-économique</b> du problème de<br>la <b>fertilisation</b> .....                                | 51    |
| 333. Les espoirs d'une collaboration <b>Recherche-Vulgarisation</b>  | 55    |
| 4 - <b>CONCLUSION GENERALE</b> " " " .....   | 58    |

ANNEXE ; NATURE DES RESULTATS ATTENDUS

# IMPLANTATION GEOGRAPHIQUE DES LIEUX CITES DANS LES TEXTES



## 1 - RAPPEL CIRCONSTANCIE DE LA POSITION DE L'ISRA EN MATIERE DE FERTILISATION

L'exposé de M. SMITH dans ce domaine est plus que **succinct**. Il n e semble pas, il le **reconnait lui-même**, que M. SMITH ait eu le **temps**, au cours de sa brève **mission**, de prendre connaissance de l'**ensemble** des **résultats** et des **recommandations** de l'ISRA dans ce domaine. Son **analyse** de la situation engrais au Sénégal nous paraît **nettement** insuffisante. Elle pêche **essentiellement** par **man-**que d'**information** concernant les études sur la fertilisation menées dans ce pays depuis plus de 25 ans.

Son **affirmation** implicite selon laquelle une des causes principales de la **stagnation** (si stagnation il y a) de la consommation d'engrais pourrait tenir à une formulation inadéquate des **recommandations** de **fumure minérale** nous paraît en grande partie gratuite,

Il nous a donc semblé **nécessaire**, au début de cette **réponse**, de **rappe-**ler **rapidement** la position exacte de l'ISRA en matière de fertilisation de l'a-rachide et du mil et de répondre aux questions que M. SMITH aurait pu nous poser s'il avait accepté de nous entendre.

Il y a lieu, **tout d'abord**, de faire une distinction essentielle entre les formules destinées aux systèmes extensifs **améliorés** ("thèmes légers") et celles qui sont destinées aux systèmes **semi-intensifs** ou intensifs ("thèmes lourds").

### 11- Systemes extensifs améliorés

Dans ce premier **cas** on considère que les techniques **culturales** **insuf-**fisantes ne permettent pas à l'engrais d'amener les récoltes à leur **potentiel**; bien d'autres facteurs jouent le **rôle** de facteurs **limitants** pour la production agricole; les apports d'engrais sont donc volontairement **limités** de façon à ne pas trop **gréver** la trésorerie des paysans et à **assurer** cependant une marge de profit **maximum** (début de la courbe de MITSCHERLICH). L'IRAT a toujours **souigné** cependant et continuera à **souigner**, que ces apports sont insuffisants non seule-ment à **accroître**, mais à maintenir la fertilité des sols, seul gage d'une **agri-**culture prospère et d'une production régulière. Ceci est surtout vrai pour N et K, moins pour P: ça l'est également davantage pour les régions **méridionales** que pour les septentrionales ou les niveaux de **rendements** sont plus faibles et les pertes par lessivage **moins** importantes

#### 111. L'Arachide

Les études **concernant** la fertilisation de l'arachide ont été condui-tes depuis 1947 tant au CNRA de Bambey (IRAT) que par l'IRHO suivant des appro-

ohes différentes :

➤ Méthode factorielle pour l'IRHO

- Sommes constante: B-t-P+K = constante pour le CNRA.

Un très grand nombre d'essais ont été mis en place dans toutes les situations écologiques possibles; et il n'est pas dans notre intention de les énumérer ici.

Les différents expérimentateurs avaient un certain nombre de préoccupations constantes:

➤ Assurer la parfaite représentativité des conditions de milieu rencontrées chez le paysan, Lorsque les études de fertilisation ont en effet démarré au Sénégal, l'engrais minéral était peu répandu et l'on s'intéressait surtout à l'amélioration variétale. Ce n'est qu'à partir de cette époque que les techniques agronomiques ont subi des perfectionnements importants

➤ Planter les expérimentations sur des terrains n'ayant jamais reçu d'engrais minéral ou organique. Les stations de recherche disposaient de superficies assez grandes pour cela: (reste toujours vrai pour les nouvelles études).

➤ Utiliser la technique des essais multilocaux conduits chez le paysan,

➤ Confirmer les résultats obtenus en petites parcelles par des champs de pré vulgarisation ou des champs de confirmation, d'une surface plus importante.

On a alors pu constater que les réponses à l'engrais étaient très variables car elles reflétaient l'incidence d'un grand nombre de facteurs extrinsèques: pluviométrie, variétés plus ou moins adaptées, insuffisance des techniques culturales, entretien variable (particulièrement dans les essais multilocaux),

Un certain nombre de dénominateurs communs sont apparus :

➤ Faible réponse à l'azote

➤ Effet très important du phosphore (sauf dans la zone dite tache phosphate de Thiès

➤ Réponse au potassium variable en fonction de l'âge de la défriche.

Les formules ont donc été régionalisées dans la mesure du possible en tenant compte à la fois des conditions moyennes de sol, de la pluviométrie et des variétés disponibles. Si un petit nombre de formules ont finalement été retenues pour la vulgarisation c'est dans le but de simplifier la diffusion et la vulgarisation de l'engrais.

Certaines de ces formules étaient proposées à la vulgarisation dès 1953 et la diffusion de l'engrais commença à se faire lentement.

En 1962, 21,000 tonnes d'engrais étaient commercialisées.

En 1963 à la demande du Gouvernement du Sénégal, l'IRAT et l'IRHO mettant en commun l'ensemble de leurs résultats, rédigeaient un document qui devait servir de base aux Sociétés de Développement pour une action en milieu paysan afin d'augmenter la production arachidière.

En ce qui concerne la fertilisation minérale le document proposait:

|  |   |
|--|---|
| Zone de Louga                              | 120 kg/ha 12-10-10 + 3 kg/ha Nutramine                          |
| Zone de Thiès<br>(tache phosphatée)        | 100 kg/ha 10-0-30   |
| Sud Diourbel et Sud Thiès                  | 120 kg/ha 6-20-10 (totalité du phosphore sous forme bicalcique) |
| Sine-Saloum, Sénégal Oriental et Casamance | 150 kg/ha 6-20-10 (1/2 bicalcique, 1/2 Phospal)                 |

Il était précisé par ailleurs :

- "Lors de la mise en service de l'usine d'engrais il conviendra de procéder à une révision de ces formules"

"D'autre part les recherches en cours sur l'élévation du niveau de fertilité des sols, l'intensification des cultures (phosphatage de fond) et sur l'élévation des réserves minérales du sol peuvent mener dans l'avenir à certaines modifications,"

Après la création de la SIES et dans le souci d'uniformiser les doses épandues (à la demande de la vulgarisation) les recommandations devenaient :

|   |  |
|---|--|
| Zone Nord                                 | 150 kg/ha 10-10-8                                |
| Zone Thiès                                | 150 kg/ha 6-10-20                                |
| Sud Diourbel et Sud Thiès                 | 150kg/ha 6-20-10 (tout bicalcique)               |
| Sine-Saloum, Sénégal Oriental et Casanace | 150 kg/ha 6-20-10 (1/2 bicalcique, 1/2 phospal). |

Pour les zones Nord, et les régions de Thiès et Diourbel ces recommandations restent toujours valables dans le cadre de systèmes de cultures extensifs

## 11 2. Le Mil

La culture de mil a été longtemps plus négligée que celle de l'arachide par le paysan:

- Variétés locales à faible productivité
- Semis à des densité très irrégulières
- Absence de démariage
- Sarclages tardifs ou même inexistants.

Par ailleurs cette **céréale** est plus sensible aux conditions de **fertilité** du sol (en particulier taux de matière organique) et à la **pluviométrie**. Il est bien connu que le **mil** <sup>ne</sup> **pousse** plus sur des terres pouvant donner encore 600 kg/ha de gousses d'arachide.

Les réponses à **l'engrais**, dans ces systèmes extensifs ont donc été encore plus variables que sur arachide. On a cependant constaté en général

- une forte réponse à l'azote
- une interaction phosphore-azote ce dernier **élément** marquant plus en présence de phosphore
- une réponse au potassium variant aussi en fonction de **l'âge** de la **défriche**

L'**adoption** et la généralisation de la formule 14-7-7 à 150 kg/ha a semblé aux agronomes le meilleur compromis possible, Il a paru inutile de poursuivre **indéfiniment** des expérimentations qui, de toutes **façons**, étant données les conditions générales de culture, ne pouvaient conduire à une fertilisation rationnelle.

La solution adoptée pour la céréale en systèmes extensifs n'est certainement pas **parfaite** mais la question est :

a- Y a-t-il une solution rationnelle à ce problème tant que **d'autres** facteurs limitants extrinsèques interviendront et de façon variable sur la production ?

b- Vaut-il la peine de consacrer beaucoup de temps et de moyens à la recherche de cette hypothétique solution alors **qu'il** reste **beaucoup** de problèmes plus importants à résoudre par ailleurs.

L'expérience semble montrer que le calcul n'est pas mauvais puisque, en **même** temps **qu'il** mettait en pratique les semis en ligne et le sarclage à bonne date sur la céréale, le paysan sénégalais **découvrait** l'effet **spectaculaire** de la 14-7-7 en toutes zones. La progression des demandes est **là** pour en témoigner.

## 12- Systèmes intensifs ou semi-intensifs

Dans les systèmes intensifs ou **semi-intensifs**, les techniques **cultu-**rales, en particulier semis à bonne date et **maîtrise** de l'herbe, ne jouent plus, en **principe**, le rôle de facteurs **limitants** à la production (équipement suffisent des paysans, bon **encadrement**). Dans ces conditions **l'engrais** peut jouer pleinement son **rôle** et les apports peuvent **être** plus **importants**. Les formules sont calculées de **façon**, non seulement à obtenir de hauts niveaux de **rendements**, mais aussi à **maintenir** et **même** à augmenter la fertilité du sol en assurant un bilan **mi-**néral équilibré si non excédentaire,

Ce stade vers lequel l'agriculture sénégalaise doit tendre sous peine de voir son patrimoine foncier se dégrader d'autant plus rapidement que la production augmente, les agronomes l'ont préparé depuis longtemps.

En effet, en même temps qu'ils mettaient au point les formules dites faibles pour chaque culture, les agronomes de l'IRAT/Sénégal (CNRA de Bambey) ont abordé depuis 1948 le problème de l'amélioration des sols de la zone soudano-sahélienne.

- L'étude de la matière organique a abouti à la notion d'enfouissement, d'abord de matière verte, puis maintenant de paille, fumier, composts, résidus végétaux de toutes sortes et au labour.

- L'étude de la fumure minérale a conduit au phosphatage de fond et à la fumure forte.

Nous retracerons ici rapidement les étapes qui ont amené les recommandations actuelles.

#### 121. Phosphatage de fond

La majorité des sols de la zone sahélo-soudanienne sont carencés en phosphore et le Sénégal mises à part certaines zones privilégiées mais de superficies réduites (comme la zone de Thiès entourant les mines de phosphate) n'échappe pas à la règle. Ce phénomène a été reconnu très tôt et de nombreuses recherches ont été effectuées sur cet élément qui constitue donc le pivot de la fumure minérale de toutes les cultures,

Dans l'optique d'une transformation de la fertilité naturelle des sols visant à atteindre leur fertilité potentielle, le problème du phosphore devait être traité globalement, dans le cadre de la rotation puisqu'il concernait toutes les productions agricoles.

Dès 1957 les résultats obtenus aboutissaient à préconiser 500 kg/ha de phosphate tricalcique naturel produit sur place et peu coûteux pour redresser la carence phosphatée et assurer la nutrition phosphatée des cultures pendant la durée d'une rotation quadriennale. Ceci permettait en compensation, d'épandre des fumures complémentaires ne contenant pas de phosphates solubles beaucoup plus coûteux à l'époque que le tricalcique produit sur place.

La création de la SIES et la fabrication sur place d'engrais composés a amené les agronomes à revoir leur position en ce domaine.

La nouvelle formule retenue et recommandée par l'IRAT à la vulgarisation a été celle d'un phosphatage de fond fait une fois pour toute. Le principe a été admis par les services officiels qui ont considéré la fourniture de phosphate comme une priorité de base aux agriculteurs, désirant se fixer et res-

pecter une rotation. Les **fumures** complémentaires redeviennent des complexes N P K assurant alors la compensation des exportations.

La dose a été ramenée à 400 kg/ha pour les commodités de la vulgarisation: cela représente en effet 2 sacs de 50 kg par corde (1/4 d'hectare) unité de surface bien connue des paysans.

## 122. **Fumure** complémentaire

### 1221- L'Arachide

Dès 1957 la confrontation des essais, des chiffres de lessivage obtenus en cases lysimétriques, des données concernant les exportations des principales cultures, devait conduire à la définition de ce que l'on a appelé à l'époque la **fumure** étalée.

Le principe était que le problème phosphore étant résolu l'arachide avait surtout besoin de potassium et la céréale d'azote. Les quantités de potasse apportées sur arachide dans une rotation comportant deux arachides pour un mil devaient suffire pour les trois cultures.

Cette **fumure** comportait donc à l'origine après phosphatage de fond un simple apport de 50 kg/ha de K<sub>2</sub>O (85 kg de Chlorure de potassium) sur arachide)

Les **expérimentations** poursuivies sur cette base. et l'étude des bilans minéraux devaient conduire à modifier cette **fumure** en y adjoignent un complément indispensable de sulfate d'ammoniaque. Elle devenait en 1963

50 kg/ha Sulfate d'ammoniaque

85 kg/ha Chlorure de potassium

Pour répondre aux besoins de la vulgarisation il fut décidé en 1967 de passer à des **fumures** complémentaires de l'ordre de 150 kg/ha.

Les paysans acquis au phosphatage de fond reçurent donc en complément 150 kg/ha de 6,3-0-42.

La création de la SIES et les décisions prises quant au phosphatage de fond nous ont amenés alors à revoir notre formule complémentaire. Ainsi a été définie la 7-21-29.

En 1972 la vulgarisation nous a demandé de limiter au maximum le nombre de formules d'engrais de manière à en favoriser la distribution en milieu paysan. Le problème du soufre nous a obligés à modifier légèrement les équilibres, ces derniers étant liés aux problèmes de fabrication de la SIES. On a ainsi abouti à la 8-1847 utilisable sur arachide, cotonnier, riz pluvial et sur certaines rizières inondées de basse Casamance.

Nous verrons plus loin pour quelles raisons nous avons demandé en 1973 l'extension de la 8-18-27 aux arachides cultivées en systèmes extensifs en l'absence de phosphatage de fond, mais uniquement dans le Sine-Saloum, le Sénégal Oriental et la Casamance en remplacement de la 6-20-10 (1/2 bicalcique 1/phospal).

#### 1222. Le Mil

La fumure minérale du mil a subi une évolution parallèle à celle de l'arachide.

La fumure forte étalée comportait à l'origine un apport de 300 kg/ha de sulfate d'ammoniaque au semis.

Les études sur la dynamique de l'azote dans le sol et sur les besoins instantanés des différentes céréales, ont eu pour résultat d'essayer d'adapter la fourniture d'azote par le sol aux besoins de la plante en tenant compte du phénomène important du lessivage.

La fumure complémentaire est alors devenue 150 kg/ha d'Urée en trois épandages: semis, tallage, montaison.

La mise au point de variétés nouvelles ainsi que les augmentations de rendements obtenues ont alors accru de manière très importante les exportations en potassium.

On en est donc revenu à une formule complète à épandre au semis à la dose de 150 kg/ha de 10-21-21, avec un complément azote de 100 kg/ha d'Urée à apporter en deux fois au tallage et à la montaison.

#### 13- Les bilans minéraux : le problème du potassium

L'un des soucis majeurs de l'agronome est, nous l'avons dit, d'augmenter la production agricole sans porter atteinte au capital foncier en cherchant même à l'améliorer.

Du point de vue minéral cela veut dire que le bilan des apports et des exportations doit être au moins nul, si possible excédentaire. On doit donc tendre le plus possible vers la **corrélation**

Apports = Lessivage + Exportations.

Le bilan minéral n'est pas toujours facile à faire en particulier en ce qui concerne l'azote.

En effet, lorsqu'une culture comme l'arachide entre dans la rotation, il est difficile de connaître la part d'azote qui vient de l'engrais, celle qui vient du sol et celle qui vient de l'air puisque l'arachide, grâce à ses nodosités, est capable de fixer. Encore faut-il que les nodosités puissent se développer, sur un système racinaire suffisant. On voit ici apparaître toute l'impor-

tance de la création d'un milieu biologiquement favorable, ce qui est loin d'être le cas au fur et à mesure que l'on monte vers le Nord du Sénégal. C'est probablement pour cette raison que la fumure arachidière de la zone de Louga comporte une plus forte proportion d'azote que le Sud, cet azote suppléant aux difficultés d'installation du Rhizobium en début de cycle. Le problème pourra peut-être être résolu dans l'avenir par l'inoculation.

Par ailleurs le statut organique des sols joue un grand rôle dans le bilan de l'azote particulièrement pour la céréale, Il est donc difficile de faire entrer cet élément dans le bilan complet, l'important étant de voir que les doses recommandées répondent à un équilibre moyen fourniture-besoin, toutes les courbes de réponse montrant que ces doses correspondent bien à la production économiquement la plus satisfaisante (malgré l'augmentation du prix de l'unité d'azote).

En ce qui concerne le phosphore le problème est très simple car:

- il n'y a aucun risque de retrogradation dans les types de sols exondés du Sénégal,
- les pertes par lessivage sont très faibles (0,1 à 0,5 kg/ha).

Pour le potassium il existe un lessivage relativement important (10 à 20 kg/ha) qui augmente avec la pluviométrie, donc du Nord au Sud du pays. Il peut être plus ou moins freiné lorsque la couverture du sol par les cultures est rapidement assurée, donc par de bonnes techniques culturales (labour, semis précoce, engrais minéral et organique).

Nous donnerons ici deux exemples de bilans minéraux en partant des hypothèses suivantes :

- Bilan sur 3 ans en respectant la proportion 2 arachides pour 1 mil couramment rencontrée
- pailles et gousses d'arachide entièrement exportées. La paille est en effet l'un des meilleurs aliments possibles pour le bétail.
- pailles de mil ou de sorgho brûlées sur place, ce qui en principe, limite les pertes de P205 et de K20. Ceci est rarement réalisé sur le terrain, une partie des pailles servant à la confection de tapades, une autre partie à la nourriture du bétail. Dans ce dernier cas le parcage ou l'apport de fumier peuvent constituer une restitution partielle. Enfin l'enfouissement des pailles de sorgho peut se concevoir certaines années, mais il est irréalisable avec les variétés de sorgho actuellement disponibles. On estimera qu'en gros les restitutions sont réalisées aux 2/3.

Les bases de calcul pour les exportations sont alors les suivantes: pour 100 kg/ha de gousses ou de grain

|          | P205 kg/ha | K20 kg/ha |
|----------|------------|-----------|
| Arachide | 10         | 17        |
| Mil      | 15         | 18        |
| Sorgho   | 13,4       | 18,2      |

Les chiffres d'exportation en potassium peuvent varier en fonction des données climatiques, des variétés et du niveau de fumure minérale. Nous avons pris pour l'arachide des chiffres moyens obtenus dans le Sine-Saloum en 1971; ils peuvent être considérés comme faibles, certains chiffres obtenus par l'IRAT au Niger avoisinent en effet 50 kg/ha en K<sub>2</sub>O (réf.).

Les chiffres cités sur mil sont comparables à ceux du Niger.

Les exportations de sorgho sont calculées sur la base des champs de pré vulgarisation 1972 Sine-Saloum et Sénégal Oriental. On observera qu'en ce qui concerne le potassium les chiffres sont du même ordre de grandeur que ceux cités par POULAIN en Haute-Volta.

#### Zone Nord et Centre Nord

Nous avons pris la moyenne des rendements obtenus en 1973 et 1974 sur les essais IRAT-SODEVA conduits en milieu paysan.

Nous considérons deux cas

| Numéro d'ordre | Culture  | Fumure minérale   | Labour | Rendement kg/ha<br>gousses ou grain |
|----------------|----------|-------------------|--------|-------------------------------------|
| 1              | Arachide | 150 kg/ha 10-10-8 | 0      | 1 100                               |
|                | Mil      | 150 kg/ha 14-7-7  | 0      | 700                                 |
| 2              | Arachide | 150 kg/ha 10-10-8 | Avec   | 1 200                               |
|                | Mil      | 150 kg/ha 14-7-7  | Avec   | 1 100                               |

Les bilans minéraux figurent dans le tableau ci-après

|                                | Apports       |              | Exportations |           |            |           |
|--------------------------------|---------------|--------------|--------------|-----------|------------|-----------|
|                                | P205<br>kg/ha | K20<br>kg/ha | 1            |           | 2          |           |
|                                |               |              | P205 kg/ha   | K20 kg/ha | P205 kg/ha | K20 kg/ha |
| Arachide                       | 15            | 12           | 11           | 22        | 12         | 24        |
| Mil                            | 10,5          | 10,5         | 10,5         | 12,6      | 16,5       | 19,8      |
| Arachide                       | 15            | 12           | 11           | 22        | 12         | 24        |
| Total                          | 40,5          | 34,5         | 32,5         | 56,6      | 40,5       | 67,8      |
| Bilan = Apports - Exportations |               |              | +8,0         | - 22,1    | 0          | - 33,3    |

- Le bilan est tout juste équilibré pour le phosphore. Il serait donc déficitaire si on se contentait de mettre uniquement un engrais azoté sur la céréale. De toutes manières on ne fait rien pour lutter contre la carence phosphatée. Le milieu est maintenu à la fertilité naturelle avec toutes chances de la voir se dégrader.

- En ce qui concerne le potassium, et même en négligeant le lessivage, le bilan est négatif dans le premier cas, l'augmentation de production due au labour ne faisant qu'aggraver la situation. Même en période de sécheresse et en faible production la situation continue à se dégrader lentement. Si un cycle d'années pluvieuses ou voisines de la normale s'installe, la dégradation risque de s'accroître.

- L'utilisation de techniques de production plus intensives nécessite donc l'application de formules plus concentrées.

### Sine-Saloum

Nous utiliserons ici la moyenne des rendements obtenus depuis 5 ans dans les champs de pré vulgarisation.

Nous comparerons 3 situations :

| Numéro d'ordre | Culture  | Fumure minérale                     | Rendement kg/ha gosses ou grain |
|----------------|----------|-------------------------------------|---------------------------------|
| 1              | Arachide | 150 kg/ha G-20.10                   | 2 060                           |
|                | Sorgho   | 150 kg/ha 14-7-7                    | 1 680                           |
| 2              | Arachide | 150 kg/ha 8-18-27                   | 2 240                           |
|                | Sorgho   | 150 kg/ha 14-7-7                    | 1 680                           |
| 3              | Arachide | 150 kg/ha 8-18-27                   | 2 240                           |
|                | Sorgho   | 150 kg/ha 10-21-21<br>+ 150 kg Urée | 2450                            |

On obtient les bilans suivants.

| Elément<br>kg/ha     | 1       |      |              |       | 2      |      |         |       | 3       |       |         |       |
|----------------------|---------|------|--------------|-------|--------|------|---------|-------|---------|-------|---------|-------|
|                      | Apports |      | Exportations |       | Aports |      | Export. |       | Apports |       | Export. |       |
|                      | P205    | K20  | P205         | K20   | P205   | K20  | P205    | K20   | P205    | K20   | P205    | K20   |
| Arach.               | 30      | 15,0 | 20,6         | 35,0  | 27,0   | 40,5 | 22,4    | 38,1  | 27,0    | 40,5  | 22,4    | 38,1  |
| Sorgho               | 10,5    | 10,5 | 22,5         | 30,6  | 10,5   | 10,5 | 22,5    | 30,6  | 31,5    | 31,5  | 32,8    | 44,6  |
| Arachi-<br>de        | 30      | 15,0 | 20,6         | 35,0  | 27,0   | 40,5 | 22,4    | 38,1  | 27,0    | 40,5  | 22,4    | 38,1  |
| Total                | 70,5    | 40,5 | 63,7         | 100,6 | 64,5   | 91,5 | 67,3    | 106,8 | 85,5    | 112,5 | 77,6    | 120,8 |
| Bilan=Apports-Export |         |      | +6,8         | -60,1 |        |      | -2,8    | -15,3 |         |       | +7,9    | -8,3  |

- Dans le système n°1, dit "fumures légères" pour systèmes extensifs on s'aperçoit que si le bilan est correct pour le phosphore, le déficit en potassium est très accentué, d'autant qu'on ne tient pas compte ici du lessivage et que l'on suppose que les 2/3 des pailles de sorgho sont restituées ce qui dans ce type d'agriculture est loin d'être vérifié.

- Le remplacement de la 6-20-10 par la S-18-27 dans le système n° 2 améliore nettement ce bilan. Il reste cependant déficitaire mais dans des limites acceptables à condition de maîtriser le lessivage en assurant une rapide couverture du sol et en restituant le maximum de résidus.

- Dans le système 3 serai-intensif le bilan est juste équilibré, mis ce type d'agriculture comporte le maximum de restitutions de résidus organiques par enfouissements et l'utilisation du labour chaque fois que c'est possible. On accroît ainsi la rapidité de croissance des plantes cultivées et le lessivage s'en trouve diminué d'autant.

Ce problème de déficit potassique en thèmes légers nous est apparu très préoccupant et c'est pour cette raison qu'en 1973 nous avons proposé que dans le Sine-Saloum, le Sénégal Oriental et la Casamance, la 8-18-27 soit substituée à la 6-20-10 même en systèmes extensifs.

Le changement concernant essentiellement le potassium il nous paraît nécessaire de résumer rapidement ici notre position en ce qui concerne cet élément minéral.

#### Le Problème du potassium

Les sols du Sénégal sont pauvres en potassium échangeable. Cette pauvreté est si grande qu'il est vraisemblable que les plantes arrivent à puiser

directement dans les réserves, donc que le taux de renouvellement du stock de potassium échangeable à partir du potassium total est élevé dans les sols sableux.

Ce taux de renouvellement peut toutefois être ou devenir insuffisant pour certaines cultures comme le cotonnier très exigeantes en potassium. Pour d'autres cultures comme l'arachide, dont la demande instantanée est moins importante, le taux de potassium échangeable permet de satisfaire les besoins tant que le renouvellement à partir du stock total se fait à une vitesse suffisante et que l'état des réserves le permet.

Or les réserves en potassium total sont faibles dans la couche arable habituellement prospectée par les racines des plantes cultivées en l'absence de tout travail du sol (systèmes extensifs), ou par les jachères de courte durée composées de plantes annuelles à système racinaire superficiel.

Il en résulte, que le problème du potassium est étroitement lié à l'histoire culturelle des terrains. Sur défriche récente et après de longues jachères les réponses des cultures aux fumures potassiques sont peu importantes. Par contre, sur terrain de vieille culture, la carence potassique peut être très marquée. Il est d'ailleurs observé, comme on va le voir dans l'exemple suivant, que la réponse à la potasse s'accroît au fur et à mesure que la durée de la période de culture s'allonge. Ceci est illustré par l'évolution des effets de la fumure potassique au cours du temps sur une culture continue d'arachide à Bambey

| Année | Effet de K20<br>gain en kg/ha gousses |                          |
|-------|---------------------------------------|--------------------------|
| 1961  | 94                                    | } Apport de 15 kg/ha K20 |
| 1962  | 233                                   |                          |
| 1963  | 241                                   |                          |
| 1964  | 241                                   |                          |
| 1965  | 231                                   |                          |
| 1966  | 210                                   | } Apport de 30 kg/ha K20 |
| 1967  | 504                                   |                          |
| 1968  | 265                                   |                          |
| 1969  | 475                                   |                          |

Lorsqu'en 1953 le CNRA de Bambey proposait pour le Sine-Saloum l'utilisation de la 6-20-10 sur arachide, les jachères de longue durée étaient nombreuses, Ceci explique que la carence principale étant le phosphore, la réponse au potassium était faible et 15 kg/ha pouvaient suffire pour combler les exportations des horizons supérieurs. Les jachères de longue durée contiennent des es-

pèces pérennes à enracinement profond qui peuvent remonter le potassium des horizons inférieurs. Les essais de l'IRHO mettent bien en évidence cette action de la jachère sur la nutrition potassique de l'arachide, mais ils mettent aussi en évidence l'influence de la longueur de la jachère.

Or depuis 20 ans, l'extension de la culture de l'arachide, l'augmentation importante de la population et des troupeaux ont fait disparaître progressivement les jachères de longue durée.

Il en résulte, que les remontées de potassium ne se font plus et que les exportations en cet élément ne sont plus compensées par les fumures dites "légères" des systèmes extensifs. C'est le cotonnier le plus sensible qui a manifesté le plus rapidement des phénomènes de carence. Ce phénomène n'est pas spécifique au Sénégal, il se retrouve au Niger, en Haute-Volta, au Mali et dans le Nord du Nigeria.

L'expérience devait nous donner raison puisque depuis 5 ans que nous appliquons sur nos champs de pré vulgarisation une fumure à dominance potassique sur arachide (7-21-29, puis 8-18-27) le gain de rendement est, par rapport à la 6-20-10, en moyenne de l'ordre de 160 kg/ha dans le Sine-Saloum et de 380 kg/ha en Casamance. Nous verrons plus loin que la rentabilité est largement assurée.

#### 4 - CONCLUSION

##### 41- Recommandations actuelles à la vulgarisation

Afin de clarifier les idées, il importe de rappeler ici nos différentes recommandations actuelles sur mil et arachide en système extensifs

| F u m u r e |                          | Quantité d'éléments minéraux kg/ha |         |      |
|-------------|--------------------------|------------------------------------|---------|------|
|             |                          | N                                  | P       | K    |
| Arachide    | Zone Nord                | 150 kg/ha                          | 10-10-8 | 42   |
|             | Thiès (tache phosphatée) | 150 kg/ha                          | 6-10-20 | 54   |
|             | Sud Diourbel et Thiès    | 150 kg/ha                          | 6-20-10 | 54   |
|             | Sine-Saloum              | 150 kg/ha                          | 8-18-27 | 79,5 |
|             | Sénégal Oriental         |                                    |         |      |
| Casamance   |                          |                                    |         |      |
| Mil         | Toutes régions           | 150 kg/ha                          | 14-7-7  | 42   |

On peut faire les observations suivantes :

- Bien que la dose de 150 kg/ha recommandée sur arachide soit partout la même on observe que la concentration des formules augmentent, la quantité d'éléments fertilisants épanchés à l'hectare s'accroît du Nord au Sud avec la pluviométrie.

Sur Nil on utilise que la 14-7-7 et il n'est pas prévu dans ce cadre d'apports complémentaires d'Urée

Toute autre application ne peut être qu'une interprétation ou une déformation de ce qui a été dit précédemment.

En systèmes semi-intensifs et intensifs, après phosphatage de fond on applique les formules complémentaires suivantes :

Arachide : 150 kg/ha 8-18-27

Mil : 150 kg/ha 10-21-21 + 100 kg/ha d'Urée en 2 fois

Il faut remarquer qu'aux prix actuellement pratiqués et compte tenu de leurs concentrations en N, il est plus intéressant d'utiliser l'urée que le sulfate d'ammoniaque en dehors de toutes autres considérations

Sulfate d'ammoniaque 71 000 la tonne pour 200kg N: Unité N = 355 f/kg

Urée 117 000 " pour 450kg N: Unité N = 260 f/kg

#### 42- Perspectives d'avenir

Les recommandations précédentes nous semblent en moyenne satisfaisantes au stade actuelle de l'agriculture sénégalaise. Cependant un certain nombre de problèmes demeurent et la recherche s'attache à progresser en ce domaine.

##### - L'azote:

Le problème de l'azote, compte tenu en particulier de l'augmentation du coût des unités fertilisantes, fait l'objet d'études intensives dans deux directions principales :

- pour les légumineuses: étude de la symbiose et problème de l'inoculation
- pour les céréales: économie d'engrais azotés, azote retard, engrais à libération lente.

Mais l'ensemble reste commandé par le statut organique des sols et par l'utilisation qui peut être faite de tous les résidus organiques en particulier des résidus de récoltes.

##### - Le Potassium

Une meilleure connaissance de sa dynamique dans les sols sableux permettra de mieux cerner le problème posé par cet élément qui peut être facilement lessivé et dont le risque de consommation de luxe par les cultures n'est pas négligeable. Là encore les formes d'engrais retard pourraient être une solution.

##### - L'acidification

Ce problème dont nous n'avons pas parlé et qui est lié au lessivage du Calcium, est particulièrement préoccupant, car on estime à plus de 400.000 ha

les surfaces touchées par ce processus\* Les remèdes immédiats sont connus et demandent de simples mises au point. La nécessité d'une fabrication de chaux agricole au niveau du Sénégal paraît urgente.

Mais pour lutter contre ce phénomène insinuant il est nécessaire de faire appel à des processus plus longs, liés eux aussi au statut organique des sols. Ce problème nous paraît tellement important, que l'ensemble des chercheurs qui s'occupent des problèmes agronomiques posés par les sols exondés en ont fait un objectif prioritaire et tendent vers le même but.

Ils pensent que les recommandations actuelles en matière de fertilisation minérale restent en tout état de cause ce que l'on peut faire de mieux compte tenu de toutes les variables qui influent et de l'état de nos connaissances.

Les problèmes d'avenir leur paraissent plus préoccupants et ils ont besoin de toute leur énergie pour arriver à les résoudre. Il ne paraît pas souhaitable, dans l'intérêt du Sénégal, de les voir se disperser, pour tenter d'affiner des résultats maintes fois reconfirmés, en cautionnant une étude dont on connaît d'avance le résultat.

## 2 - ANALYSE DU RAPPORT DE M. WESLEY G. SMITH

Il ne peut être question de reprendre en détail tous les aspects du rapport de M. SMITH, et particulièrement il nous paraît inutile de nous étendre sur les constatations et analyses qui ont notre approbation. Ainsi, par exemple, de l'influence prépondérante du régime hydrique sur la rentabilité de la fumure, de la nécessité d'améliorer le statut organique du sol ou des autres facteurs de production pour porter les récoltes à leur potentiel, etc... Ces arguments seront d'ailleurs repris dans notre propre analyse du problème de la fertilisation, à la mesure de l'importance que nous leur accordons.

Nous souhaitons par contre dans ce chapitre nous attacher aux aspects que nous réfutons. Ces aspects ont trait aussi bien aux analyses qui ont motivé les propositions de M. SMITH qu'à l'orientation qu'il veut donner au travail à faire, et à la méthodologie elle-même.

### 21- L'argumentation de M. SMITH

#### 211. Inexactitude de certaines données

2111 Un des principaux reproches faits par l'expert aux recommandations de l'ISRA est l'uniformité de la fumure proposée sur le bassin arachidier, en contradiction avec la variabilité géographique de la pluviométrie. Le rappel de notre position dans le précédent chapitre montre le peu de fondement de l'affirmation.

Il est très clair dans l'esprit des chercheurs sénégalais qu'à chaque condition correspond un optimum particulier de fertilisation. Aussi bien, la fertilisation a été aussi diversifiée que possible, avec pour limites à cette démarche 3 séries de faits :

- la multiplicité des formules de fertilisation est un problème au niveau de la fabrication, qui nécessite une production minimale d'un type donné pour être rentabilisée

- Elle complique le circuit de distribution et la démarche de la vulgarisation. Celle-ci a d'ailleurs demandé à plusieurs reprises une simplification maximale des formules.

- La différenciation des formules sur le critère de la pluviométrie repose sur une comparaison complexe entre les différents lieux, utilisant notamment l'analyse fréquentielle des pluies. Cette étude est actuellement en cours et ne peut apporter de résultats que pour les lieux pour lesquels on dispose de séries de relevés pluviométriques suffisamment longues. Il serait donc tout à fait fac-

lice de diversifier la fumure au-delà des limites de cette analyse. En particulier, il paraît très peu probable que l'on puisse aller plus loin dans ce sens que ce qui a été déjà fait.

Nous pensons que l'expert a été très mal informé sur ce point, sur lequel il ne nous a par ailleurs pas consulté. Ceci ne semble pas avoir échappé au traducteur, qui a éprouvé le besoin de compléter la liste des fumures proposées (p 3 de la traduction).

2112. Pour appuyer son argumentation, l'auteur évoque l'absence de fertilisation de l'arachide aux Bats-Unis (p 2: "in the US fertilizer is not recommended for groundnuts"). Outre le danger des transpositions irréfléchies que nous évoquerons plus loin, on doit souligner l'inexactitude de cette assertion, qui se réfère à une pratique abandonnée aux Etats-Unis. Par exemple, en Georgie, état qui fournit 43% de la production arachidière, "la fertilisation est basée sur la compensation des exportations en fonction des réserves du sol...., on utilise 500 kg/ha de 0-10-20, J-12-12 ou 5-10-15" (rapport USA Fall-MONNIER-MAUBOUSSIN, 1974) (pour un rendement moyen de 2950 kg/ha), soit 0 à 25 kg N, 50 à 60 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 60 à 75 kg de K<sub>2</sub>O. On est loin des recommandations sénégalaises faites pour des sols pourtant particulièrement pauvres en réserves minérales. C'est par contre tout à fait comparable en fumure forte, compte tenu des rendements. Peut-être est-ce ce qui a conduit le traducteur à supprimer la phrase. Remarquons cependant que l'auteur lui-même admet par ailleurs un effet de l'engrais sur arachide, puisqu'il prétend que l'usage moindre de fertilisants sur arachide doit nuire à la production globale de la culture de rente.

2113. D'une manière générale, l'auteur motive son étude par une désaffection des agriculteurs vis à vis de l'engrais, particulièrement sur arachide, et de façon plus accentuée au Nord (attitude rationnelle du paysan),

Cette analyse mérite une mise au point sur plusieurs aspects :

- Ce que l'expert appelle une attitude rationnelle du paysan est un réflexe, tout à fait naturel, d'agir de la façon qui paraît la plus efficace.

Que le paysan veuille mettre davantage d'engrais sur les céréales ne signifie pas nécessairement que cela va dans son intérêt: s'il est possible que l'engrais donne une meilleure plus-value sur mil que sur arachide, il ne faut pas oublier non plus que l'effet sur la végétation (feuillage notamment) est très spectaculaire sur la céréale, et contribue sûrement beaucoup au choix du paysan. Ainsi; l'apport trop tardif de l'azote - tallage, dont on sait qu'il est préjudiciable, a fortement développé l'appareil végétatif du riz en Casamance, en 1974, donnant aux paysans, comme aux encadreurs l'impression d'un avantage.

Au contraire, la comparaison des plus-values respectives dues à l'engrais sur la céréale et la légumineuse est plus complexe, et l'impression du paysan peut être fort trompeuse lorsqu'il n'a pas de moyen de mesure précis. Aussi bien s'il est certain que cette impression est un paramètre dont il faut tenir compte dans les propositions sur le terrain, il est bien dangereux d'affirmer qu'elle est la meilleure possible. Ceci est particulièrement vrai pour des conséquences à long terme, que le paysan perçoit souvent très mal pour l'instant.

La désaffection pour l'engrais ne se vérifie absolument pas dans les faits, si l'on considère l'accroissement très fort des demandes d'engrais en 1975, pour l'arachide comme pour le mil, et pour le Nord comme pour le Sud.

Le tableau de commercialisation de l'engrais par la SIES ces deux dernières années est assez révélateur (en tonnes)

| Formules | Culture     | Région                                    | 1974   | 1975   | Variation |
|----------|-------------|---|--------|--------|-----------|
| 10-10-8  | Arachide    | Nord Extensif                             | 5065   | 8500   | +68%      |
| 6-20-10  | Arachide    | Sud (ancienne formule) et Diourbel<br>Sud | 8055   | 4000   | -50%      |
| 6-10-20  | Arachide    | Thiès                                     | 752    | 2500   | +232%     |
| 8-18-27  | Arachide    | Sine-Saloum et partout (Intensif)         | 13 015 | 32 700 | +151%     |
| S-18-27  | Riz pluvial | Casamance<br>Sénégal Oriental             |        |        |           |
| 14-7-7   | Mil         | Toutes régions Ext.                       | 18 884 | 23 700 | +26%      |
| 10-21-21 | Mil         | Intensif                                  | 1 426  | 2 500  | +75%      |
| 4-17-24  | Riz pluvial | Casamance-S.O.<br>ancienne formule        | 962    | -      | -         |

Remarque: La 8-18-27 vient en remplacement de la 4-17-24 pour le riz pluvial.

On a mentionné la consommation de cette dernière formule en 1974 pour avoir une idée de la part que prend le riz en 1975 dans l'utilisation de la S-18-27 - soit moins de 10%. La baisse de la 6-20-10 correspond à un passage à la 8-18-27.

Les ventes totales de la SIES passent de 1974 à 1975 de 51 108 tonnes à 77 300 tonnes.

Ces données appellent les commentaires suivants :

1)- Loin de constater une désaffection vis à vis de l'engrais, on doit admettre que la consommation d'engrais progresse de 1974 à 1975 de plus de 50 %

2)- Plus des 4/5 de cette progression sont attribuables à l'accroissement de consommation des engrais sur arachide

Il est clair que si l'engrais céréales progresse aussi, la céréale n'est pas du tout privilégiée par le paysan,

3)- L'engrais 10-21-21, formule intensive du mil et qui seul nécessite un complément urée, reste peu employé. Par conséquent, les affirmations de l'auteur au sujet d'une subvention plus forte de l'engrais mil concernent essentiellement la 14-7-7. Qu'en est-il ?

Tableau des prix comparés des engrais mil et arachide en 1974-1975

| Engrais  | Prix 1974 | Prix 1975<br>(prévisionnel) |
|----------|-----------|-----------------------------|
| 10-10-8  | 29 000    | 44 850                      |
| 6-20-10  | 28 700    | 43 350                      |
| 6-10-20  | 29 100    | 44 900                      |
| 8-18-27  | 33 000    | 54 400                      |
| 14-7-7   | 31 000    | 50 600                      |
| 10-21-21 | 34 100    | 55 600                      |

Rappelons que le prix de l'engrais vendu au paysan est toujours le même, et que la subvention est d'autant plus forte que le prix de revient est élevé. On constate que la 14-7-7 n'était guère plus coûteuse que les engrais arachide en 1974 (référence qui a servi à l'expert), qu'elle n'est toujours pas plus chère que la 8-18-27 dans les prévisions de 1975.

On peut donc affirmer que l'engrais mil n'est pas davantage subventionné que l'engrais arachide, au moins au Sud.

4)- L'engrais 10-10-8 (arachide Nord) est en progression considérable. Même si effectivement l'engrais peut poser des problèmes dans certaines parties de la zone Nord (voir chapitre 3), il n'y a pas de désaffection vis à vis de l'engrais dans la zone Nord de Diourbel.

2114. Il est admis que l'effet de l'engrais chez le paysan est inéluctablement inférieur à ce qu'il est en expérimentation. Si cela peut être le cas, et

l'est très généralement lorsque les opérations culturales sont défectueuses (semis tardif, absence de sarclage, de désherbage du mil, par exemple), l'admettre comme une fatalité relève de la pensée mythique qui veut voir dans le paysan un être radicalement incapable de faire ce que fait habituellement l'expérimentateur ou qui ne le veut pas; cette pensée n'est pas nouvelle: P.GOUROU, en 1953, écrivait: "Les améliorations proposées ne seront d'ailleurs pratiquables que si les intéressés, c'est-à-dire les paysans tropicaux éprouvent le désir de les appliquer. Or il n'est pas sûr que ces paysans soient animés de cette intention". (Les Pays tropicaux, principes d'une géographie humaine et économiques).

Il n'est bien sûr plus de mode d'exprimer de telles idées, mais il semble subsister malheureusement des gens pour les nourrir. Il est démontré qu'elles sont parfaitement erronées.

Si l'on compare les efficacités de l'engrais obtenues au niveau recherche et au niveau paysan pour une même fertilisation, on obtient les résultats suivants

Efficacité du kg d'engrais

| A n n é e                 | 1970 | 1971 | 1972 | 1973 |
|---------------------------|------|------|------|------|
| Essai (Nioko du Rip)      | 2,9  | 5,9  | 3,0  | 5,4  |
| Pré vulgarisation (Nioko) | 3,6  | 6,0  | 6,1  | 5,4  |
| Paysan (Thyssé Kayemor)   | 3,3  | 3,3  | 6,2  | 5,3  |
| Essai (Koumbidia)         | 2,5  | 3,8  | 7,2  | 5,1  |
| Pré vulgarisation ( " )   | 5,4  | 3,92 | 1,3  | 5,97 |
| Paysan ( " )              | 5,1  | 2,7  | 3,9  | 3,5  |

Ces résultats démontrent :

- que l'agriculteur, en intégrant toutes les contraintes d'exploitation, a la possibilité d'atteindre des effets du même ordre que ceux de la recherche, et qu'il n'y a donc pas d'impossibilité technique,

- que l'ensemble des thèmes qui permettent ces résultats pénètrent par la vulgarisation.

2121- Le critère de rentabilité immédiate, qui est le critère majeur dans l'agriculture américaine des années passées, est transposé tel quel au Sénégal. C'est oublier qu'il est fondé sur la possibilité de consommer une partie de l'abondant capital foncier et la disponibilité pour le pays d'autres atouts majeurs, notamment sur le plan industriel. Ceci justifiait peut-être l'orientation des Etats-Unis, mais vient heurter le sage principe de conservation du patrimoine adopté dans la politique socialiste du Sénégal, dont les réserves en sols et en fertilité sont beaucoup plus restreintes, et qui fonde son développement sur l'agriculture. Remarquons, comme nous l'avons vu pour l'arachide en Georgie, que les Etats-Unis sont largement revenus sur leur attitude, et adoptent la politique de restitution des éléments fertilisants.

A ce sujet, la réflexion récente du professeur CEPPEDE mérite l'attention: "On continue à prôner le modèle des pays qui peuvent encore se permettre de faire de l'agriculture sur de grands espaces et on ne veut pas admettre, ce qui est pourtant le b-a - ba, l'agriculture intensive telle qu'elle est pratiquée en particulier dans nos vieux pays qui ont bâti progressivement - pendant des siècles - leur fertilité, Car la fertilité ça se construit, ce n'est pas seulement l'exploitation de la fertilité naturelle existante, qui malheureusement est vite gaspillée dans beaucoup de pays. Tenez, malgré les efforts faits depuis Roosevelt pour essayer de protéger les sols, il ne faut tout de même pas oublier que si les USA ont été compétitifs pendant pas mal de temps, c'est aux dépens non pas de leurs travailleurs, rares donc bien payés, mais de leurs sols. Entre 1925 et 1935, 40 millions d'hectares ont disparu par érosion, soit l'ordre de grandeur de la superficie agricole de la France, en dix ans! En Argentine, on perdait, il y a quinze ans quand j'y suis allé, 3 millimètres de sol par an dans la Pampa de Buenos-Aires et la moitié de l'horizon "A" avait disparu. Iles USA veulent-ils que l'on prenne pour modèle le type d'agriculture qu'ils ont su abandonner au cours de la 2e guerre mondiale ?" (Actuel Développement n° 6 - Mars-Avril 1975).

On voit que cette crainte n'est pas vaine et trouve, hélas, pleinement sa justification dans l'attitude de l'expert.

2122. Aucun cas n'est fait de la nature particulière des sols du Sénégal très sableux, pauvres en matière organique, de très faibles réserves minérales.

2123. L'évocation de l'érosion éolienne est très symptomatique. Là encore, on transpose au Sénégal les observations américaines, sans même chercher à savoir quelle est l'importance réelle du phénomène dans le bassin arachidier. C'est rappeler la triste expérience du "Dust Bowl", mais c'est aussi oublier que cette

catastrophe était due à une utilisation extensive et inadéquate des sols.

Notons que même si ce facteur contribuait à l'appauvrissement minéral des sols, le fait de chercher à l'éliminer ne dispenserait en rien de la nécessité de restituer les exportations minérales des cultures et que, érosion ou pas, les sols s'appauvrissent, l'érosion étant seulement un facteur aggravant.

2124. L'optique américaine favorise automatiquement la culture de rente. La fertilisation la plus intense du mil est donc un paradoxe pour l'expert. Pourtant, si l'augmentation des productions comblait le déficit céréalier du Sénégal, cela ferait une économie considérable de devises. Ceci est particulièrement vrai pour la zone nord aux rendements céréaliers faibles et qui seule bénéficie d'une subvention plus forte de l'engrais mil que de l'engrais arachide.

### 213. Des analyses curieusement superficielles

Il faut souligner le caractère factice de certaines démonstrations, présentées comme découlant de faits analysés, alors que tout au contraire elles s'appuient sur des exemples bien choisis ou mal traités, mais résultent en fait d'une idée a priori, ou d'un diagnostic global, dont on peut penser qu'il est un peu rapide de la part de quelqu'un qui a étudié le dossier en un mois, et qui, de son propre aveu, n'a pu en venir à bout.

2131, Il en est ainsi de la démonstration selon laquelle la plante répondrait mieux à la pluie qu'à l'engrais. En fait, l'affirmation procède moins de l'examen des données que du fait très général que, d'ans presque toutes les agricultures du monde, l'eau est un facteur limitant, et tout particulièrement dans les zones sahéliennes. Il n'est nul besoin d'expert pour énoncer telle banalité, Par contre, la conclusion de l'auteur est chargée de deux vices majeurs, qui la rendent inacceptable, et qui tiennent tous deux à son caractère global.

En premier lieu, on ne compare pas deux facteurs de nature différente, dont les effets respectifs sont entièrement dépendants du niveau auquel on place chacun des facteurs: on peut comparer l'effet de 150 kg d'engrais (dans un sol donné) à celui du passage de 300 à 400 mm de pluie, par exemple, et trouver la pluie déterminante, puis recommencer entre 500 et 600 mm, et s'apercevoir que l'engrais devient alors le facteur le plus marquant même à une dose réduite. Tout est affaire d'exemple.

En second lieu et surtout, et quelle que soit la pluviométrie, on peut se demander comment, par sa démarche, l'auteur aurait pu aboutir à une autre conclusion dans un pays qui consomme relativement peu d'engrais. En effet, quoi de plus normal qu'une variation importante soit liée à la pluviométrie, qui intéresse tous les champs de paysan, et qu'une variation faible soit due à l'engrais,

qui n'en concerne qu'une très faible part ? La comparaison n'aurait été correcte que si on avait comparé pluviométrie et fertilisation sur les mêmes champs. En fait, si l'on ramène les données à l'hectare, on s'aperçoit que l'auteur a comparé deux niveaux extrêmement différents du facteur pluviométrie, et deux niveaux extrêmement voisins du facteur fertilisation. Au mieux, si sa conclusion est vraie, c'est tout à fait par hasard, et c'est dommage pour un argument déterminant de l'étude.

- On aurait évidemment préféré que l'expert examinât plus attentivement l'objet même de son étude. Il aurait pu noter, par exemple :

. qu'en sols particulièrement pauvres, on aurait tort de sous-estimer l'engrais,

. que si la pluie favorise l'effet de l'engrais, l'engrais peut favoriser l'utilisation optimale d'une pluie qui est un bien rare.

Voyons l'effet de ces deux facteurs sur trois ans, à Thyssé Kayemor. Il s'agit de culture d'arachides, pour lesquelles les techniques culturales sont comparables et satisfaisantes, et qui ne diffèrent que par la dose d'engrais et les Pluies reçues (moyenne d'environ 200 données par condition)

|                    | 1970 | 1972 | 1971 |
|--------------------|------|------|------|
| Pluviométrie (mm)  | 453  | 505  | 631  |
| Sans engrais kg/ha | 899  | 930  | 1276 |
| Avec engrais kg/ha | 1396 | 1865 | 1735 |
| Plus-value kg/ha   | 497  | 935  | 459  |

- Lorsque les pluies sont faibles, la valorisation de l'engrais dépend effectivement du niveau des pluies

- En absence d'engrais, la pluie reste déterminante.

- La fertilisation permet cependant de valoriser très fortement 46 mm de pluie (469 kg, contre 31 sans engrais).

A l'évidence, il apparaît ici des nuances qui changent tout. N'est-ce pas justement l'aboutissement normal d'une analyse que de tirer le meilleur parti des conditions offertes, au lieu de se cantonner dans des généralités stériles ?

2132. Des remarques du même ordre s'appliquent aux considérations sur les variations de consommation d'engrais. L'auteur opte délibérément pour une détermination de type purement économique (input/output, la consommation devant fléchir lors que le rapport s'élève). Il est fort possible qu'il ait raison. Toute-

fois, remarquons qu'il cite par la suite un exemple qui le contredit 1968-1969, avec une baisse ratio input/output, voit la consommation d'engrais diminuer. De la même manière, l'accent mis (selon l'auteur) sur la fertilisation du mil peut aussi bien s'expliquer par une moindre fluctuation des productions, ou, pendant les années sèches, par un fort déficit vivrier. Ce qui stimulerait le paysan dans l'utilisation de l'engrais pourrait être tout aussi bien :

- Un impératif majeur (celui de se nourrir)
- Une bonne disponibilité monétaire (bonne récolte précédente)
- la certitude d'un effet (faibles fluctuations)
- La croyance en une bonne récolte à venir (à l'exemple de la dernière année),

Ainsi, par exemple, il est fort possible que la propagation de bonnes techniques culturelles (permettant d'amortir certaines fluctuations) et la stabilisation des prix (engrais et produit commercialisé) soient plus aptes à favoriser la consommation d'engrais qu'une manipulation continuelle et imprévisible des rapports input/output, etc...

Nous ne prétendons pas avoir fait ici le tour du problème, mais nous voulons attirer l'attention sur le danger particulier à conclure vite, qui ne peut être que le fait d'une appréhension intuitive de la situation, difficile chez un visiteur.

## 22-L'approche proposée

221. Elle veut se suffire à elle-même et ne tient aucun compte de l'acquis de la recherche

Il est dommage qu'une étude qui doit compléter les éléments déjà établis pour raisonner la fumure, fasse table rase des connaissances accumulées.

- Tout a été fait pour mettre la recherche hors circuit :

La visite de l'expert à Bambeï, mise à part la réunion finale, a été très brève. Dès son arrivée, il a exposé ses propositions, qui n'ont absolument pas varié après discussion, comme si la conclusion était faite avant la prise de connaissance du dossier. Pour l'exécution du travail proposé, s'il est effectivement question d'y associer la recherche, l'examen très rapide du budget renseigne sur le rôle qu'on veut lui donner (315 000 f attribués sur 62,37 millions pour l'ensemble de l'étude).

- Dans l'orientation de l'étude, tout est remis en question des résultats déjà établis: sous prétexte de réétudier le niveau global de la fumure à apporter, On recommencera une étude de l'équilibre des éléments minéraux, qui n'a rien à voir. De la même façon, l'étude prétend analyser l'effet d'une multitude de facteurs: type de sol, pH, pluviométrie, pratiques culturelles, méthodes d'application de l'engrais, effet de C?a, de S, estimation subjective de l'effet des engrais Par le paysan, modification de l'effet par le passage en milieu paysan, impact de l'action de vulgarisation, arrière effets divers, comme si ces facteurs n'avaient jamais été étudiés.

- Les choix de modalités de traitements sont absolument arbitraires :

Le phosphore est apporté sous forme de supersimple, engrais dilué plus coûteux au transport et à la fabrication (par unité fertilisante 154 F contre 97 F) que le supertriple.

L'azote est apporté sous forme de sulfate d'ammonium, plus coûteux au transport et à la fabrication (350f contre 260f l'unité) que l'urée, et plus acidifiant à moyen terme. Il est apporté en 2 fois, sans précision de dates, sans aucune justification, et en contradiction avec les données établies.

L'emploi du gypse semble provenir d'une confusion entre plusieurs données: nécessité, dans certaines zones, de relever le pH, mais on sait que le gypse n'a pas d'effet particulier dans ce sens, et qu'il faut utiliser la chaux agricole; intérêt de la fumure calcique pour le développement et le remplissage du gynophore de l'arachide, mais il s'agit de l'arachide de bouche, non de l'arachide d'huilerie.

#### 222. De ce fait, elle est absolument irréaliste

- Le nombre de facteurs pris en considération, pour séduisant qu'il soit à première vue, multiplie à la fois le nombre d'opérations différentes à effectuer pour le paysan (20 traitements) et pour les opérateurs, le nombre de variantes à l'analyse, et diminue le nombre de répétitions vraies. A ce sujet, un raisonnement plus mathématique que réaliste peut amener à croire <sup>que</sup> l'accroissement du nombre de degrés de liberté accroît toujours la précision des résultats. C'est vrai dans le cas d'un accroissement de ce nombre par les répétitions, c'est le contraire lorsqu'on multiplie les objets. Ainsi, voici 2 essais à 360 ddl, que l'on coupe les parcelles en deux pour faire deux répétitions, et avec une randomisation, on accroît effectivement la précision. Mais si c'est pour étudier l'effet date de semis, on double toujours le nombre de ddl, mais on augmente les risques d'erreur et même la variabilité du fait des multiples conditions locales. Nous pensons que des essais à 4 traitements et 2 répétitions par localités, bien qu'encore fort peu réalistes, auraient eu infiniment plus de chance de réussir.

On sait qu'en milieu paysan, même en conditions satisfaisantes (nombreuses répétitions, traitements simples et peu nombreux, expérimentateurs entraînés, etc...), ce qui ne semble pas être le cas, les coefficients de variation sont de l'ordre de 25%. Un calcul simple (voir annexe) nous permet de prévoir les résultats qu'on peut attendre de ces expérimentations: léger effet du phosphore sur l'arachide, léger effet de l'azote sur le mil, et les recommandations qui vont en découler. Ces <sup>m</sup>recommandations seront la conséquence directe de l'imprécision de la mesure: car il est possible de tirer des conclusions de ce genre d'expérimentation quelle que soit la qualité des résultats.

Que dire, alors, de la variation supplémentaire apportée par l'estimation de la production par sondage, et, suprême raffinement, de l'interview des paysans, destinée à "tempérer" l'information pour en arriver aux recommandations !

- Alors que le but est de tester l'effet de l'engrais chez le paysan sur la zone encadrée par la SODIEVA, en <sup>W</sup>éliminant que le facteur technicité ("bons paysans"), les parcelles (500 m<sup>2</sup>) n'intègrent pas les contraintes qui apparaissent justement au niveau du paysan (grande surface, organisation du travail sur l'exploitation, etc...). Cette expérimentation n'offre donc pas d'avantage particulier sur les expérimentations multilocales. Elle introduit par contre un inconvénient majeur, c'est de faire passer ces contraintes d'exploitation au niveau global de l'essai: sur 1/2 hectare, celles des opérations culturales laissées à la charge du paysan ne pourront pas être réalisées en une fois, de sorte que, inévitablement, tous les traitements ne bénéficieront pas d'une conduite identique, et la variabilité se trouvera accrue, diminuant d'autant la significativité des objets mis en test.

- Le travail à la charge de M. Handane, qui doit surveiller la mise en place et la récolte de 36 hectares dispersés sur plusieurs dizaines de kilomètres, est d'une difficulté considérable, ou bien doit conduire à étaler les semis et les récoltes sur 15 jours à 1 mois. Tester la fumure dans de telles conditions c'est chercher à juger des qualités d'un bateau un jour de ~~rac~~ de marée: quelles que soient ses performances, on est sûr qu'il va couler.

- En contraste avec la multiplication, et la complication des analyses prévues par le protocole, celui-ci est très vague sur le plan des modalités de réalisation. Tout particulièrement, on ne dit pas un mot sur les méthodes de sondage qui doivent aboutir au choix des paysans, à l'échantillonnage des parcelles, etc... On semble avoir beaucoup plus travaillé le côté attrayant d'une telle étude que les impossibles contraintes qui en sont le corrolaire

223. Elle est d'autre part incorrecte sur le plan méthodologique.

- La randomisation recommencée chaque année sur les mêmes parcelles est vraiment une nouveauté expérimentale. Elle ne permet de tester ni les arrières effets (sauf pour un traitement, celui qu'on ne randomise pas), ni les effets cumulatifs (qui seraient un non sens d'ailleurs dans ce contexte, puisqu'il s'agit de 2 essais sans rapport entre eux, mais qui seraient pourtant bien instructifs avec un dispositif adapté), ni même, et c'est là le comble, les effets directs, puisse qu'on les superpose dès la seconde année à des effets résiduels non contrôlables. Mais, de plus, comme cela ne semble pas gêner le créateur, qui compte

faire une interprétation d'effets directs, ce dispositif doit accroître la variabilité des résultats d'une année sur l'autre, et par conséquent amener à conclure à une efficacité décroissante des éléments fertilisants

- La superposition des variables sol-labour (ou gypse) - paysan - encadrement et climat est en contradiction avec l'étude de l'une ou l'autre, puisqu'on ne peut pas les différencier, sauf la dernière (climat), prise comme variable continue, laquelle va tout de même s'en trouver fort affectée. De toute manière, l'interprétation multilocale, qui est au niveau interaction, est encore plus problématique que l'interprétation des effets simples et, quel que soit l'échafaudage mathématique dont on pourrait l'assaisonner, l'insuffisance fondamentale des données demeure.

- De la même façon, on aimerait savoir comment on pourra dégager l'effet de Ca et S par l'apport de gypse, puisque le sulfate d'ammonium contient lui-même du soufre, et le supertriple du gypse.

- La technique de sondage sur les parcelles de rendement pour calculer les productions, ne s'appuie pas sur la loi des grands nombres, puisqu'elle porte sur 9 répétitions, Elle est donc en contradiction avec son postulat.

- Le sondage de l'enquête chez le paysan (300 impacts) est contradictoire avec son objet, puisqu'il n'est pas pondéré, donc non représentatif de la population étudiée, laquelle est répartie très irrégulièrement dans les trois régions.

#### 224. Ce qu'il faut craindre d'une telle étude

- Les analyses faites des données fournies par la recherche donnent un avant goût de la hardiesse de l'interprétation.

On n'hésite pas à regrouper, par exemple, des essais provenant de régions aussi différentes que le Fleuve Sénégal et la Casamance. On affirme l'existence, dans un cas au moins, d'un effet dépressif du potassium (sans pourtant qu'il soit significatif). Or de tels effets n'ont jamais été mis en évidence; car le potassium est un des éléments minéraux dont l'excès n'a jamais d'effet péjoratif. De même, on trouve des effets dépressifs de fumure à Séfa en absence de phosphore, sans voir que dans ce cas on a introduit un déséquilibre minéral. C'est l'interprétation statistique dans toute sa simplicité. C'est ce qui permettra de conclure envers et contre tout, dans trois ans.

- La faible durée de l'expérimentation, ainsi que l'absence de possibilité d'étude d'effets cumulatifs, élimine l'aspect évolutif de l'effet de la fumure. Tout particulièrement, l'effet progressif du potassium d'une année sur l'autre si important pour le choix d'une fumure, passera absolument inaperçu.

- Certains aspects ne peuvent être mis en évidence qu'en conditions suffisamment contrôlé: par exemple, il a été montré que la dose optimale d'azote à apporter à l'arachide était de l'ordre de 15 kg/ha avec une plus-value de 160 kg d'arachide, jamais une expérimentation telle que celle proposée ne pourra le caractériser, et, comme on pourra toujours conclure, on préconisera l'absence d'azote dans la fumure de l'arachide.

- Malgré la multitude des paramètres retenus, le seul critère de choix reste la rentabilité maximale à court terme de chaque élément fertilisant dans les conditions de l'étude. Autrement dit :

1)- on a pris soin d'écarter, dès le départ, le principe de restitution, garant de la conservation du milieu, en soulevant le problème de l'érosion, lequel prend une allure de prétexte devant un problème gênant.

2)- On considère la représentativité des 36 lieux choisis comme acquise, sans se donner la peine d'utiliser les moyens techniques qui permettraient d'éviter des erreurs/

3)- On considère les conditions de rentabilité de l'engrais comme immuables dans les années qui viennent. Quand on connaît l'importance des techniques culturales sur cette rentabilité, c'est vraiment marquer un scepticisme inconsidéré à l'égard de ceux qui sont chargés de promouvoir leur amélioration, ou taxer l'agriculteur d'incapacité au progrès. Dans les deux cas, c'est mettre bien vite une croix sur la possible efficacité d'une action de vulgarisation.

4)- Quand on sait, de plus, que les recommandations prévisibles peuvent se déduire dès à présent des choix des traitements et des modalités de l'étude, on peut se poser des questions sur l'objectivité de la démarche.

### 23- Conclusion

Si de nombreux aspects restent à traiter concernant les engrais et leur utilisation, il nous semble que l'expert a fort mal posé le problème. Ceci tient, à notre sens, à une information par trop succincte et parfois erronée concernant la situation sénégalaise, également à un certain nombre d'apriori fâcheux.

Il nous est d'autre part difficile d'admettre certaines libertés de méthodologie, qu'on peut être surpris de rencontrer chez un expert.

Plus fondamentalement, nous ne pouvons adhérer à la doctrine de l'auteur qui suppose une conception de la recherche et des options bien déterminées.

Le vrai problème est de savoir si l'on assigne à la recherche d'ajuster la fumure au contexte de techniques culturales actuelles, c'est-à-dire à la production actuelle (c'est l'orientation de l'expert), ou si on attend d'elle qu'elle propose un système de techniques avec une fertilisation adaptée, qui permettra d'atteindre un niveau de production supérieur raisonnablement possible dans un avenir proche. Dans le premier cas, c'est admettre qu'il est hors de question d'accroître la production agricole, et la recherche se contente de veiller le malade. Dans le second, c'est ouvrir la véritable voie du progrès .

Un autre problème est de savoir si on a l'intention de produire longtemps, ou si l'on peut se permettre de vivre sur le capital et alors de maximiser la rentabilité immédiate sans soucis de l'avenir.

Nous croyons que le Sénégal a déjà pris clairement position sur ces deux points.

3 - NOTRE PROPRE ANALYSE DU PROBLEME DE LA RENTABILITE DE L'ENGRAIS  
EN MILIEU PAYSAN

Dans son rapport, M. SMITH pose a priori, que la rentabilité de l'engrais en milieu paysan est loin d'être assurée, car les formules actuellement recommandées à la vulgarisation ne sont pas adaptées au contexte actuel en particulier lors des périodes de sécheresse. Il se propose donc, en trois ans, de remodeler la cartographie de la fertilisation du Sénégal par une expérimentation multilocale en milieu paysan, dont on a vu ce qu'il fallait en penser.

Pour essayer d'analyser plus objectivement le problème de la rentabilité de l'engrais en milieu paysan, il y a lieu, à notre avis, de répondre à la double question suivante :

Y a-t-il un problème de l'engrais au Sénégal ? Si oui de quelle nature est-il ?

Pour cela il nous faut examiner les différents aspects de la question en nous efforçant de répondre, chiffres à l'appui, à la première question.

L'ensemble des réponses devrait nous permettre de mieux cerner le problème et de déboucher sur les études nécessaires pour lever les incertitudes qui pourraient encore exister.

31- En l'état actuel des choses, l'engrais est-il rentable au niveau du champ paysan ?

La rentabilité des formules actuellement recommandées à la vulgarisation est-elle assurée au niveau du champ d'un paysan appliquent correctement un certain nombre de techniques simples telles que: variétés sélectionnées, dates de semis correctes, densités de semis, sarclage, désherbage ?

La rentabilité d'une fumure minérale ne peut être jugée que dans ces conditions car la fertilisation est là pour permettre aux techniques culturales de s'exprimer et pour les rendre viables. Toute perte due à une mauvaise application de ces techniques ne peut être attribuée à la formule d'engrais utilisée. Il n'existe pas de fertilisation miracle qui procure un bénéfice lorsque la culture est mal conduite. Soutenir le contraire serait une aberration agronomique.

Nous nous efforcerons de reprendre la question posée, en analysant les résultats accumulés depuis plus de 15 ans dans les différentes zones, dans des conditions aussi proches que possible d'une culture paysanne bien conduite.

### 311. Les éléments du calcul

#### 3111. Prix des engrais

Deux hypothèses sont envisagées :

- prix actuel subventionné : 16 francs CFA/kg quelle que soit la nature de l'engrais
- prix réel sortie usine.

Il s'agit des prix provisionnels pour la campagne 1975 tels qu'ils ont été établis à ce jour par la SIES.

Ils sont composés de 3 volets :

- le coût des matières premières, qui varie d'une manière importante d'une fumure à l'autre en fonction de la concentration et de la nature des engrais utilisés;
- les charges qui sont les mêmes pour chaque fumure (charges financières, électricité, hydrocarbures, main d'oeuvre, coût d'entretien).
- les frais de sortie: sacherie, chargement, etc..

Prix estimatifs au 9 Juin 1975 en francs/tonne

| Formules         | Matière première | charges | Frais de sortie | Total   | Prix de l'unité fertilisante F/kg |
|------------------|------------------|---------|-----------------|---------|-----------------------------------|
| 6-20-1 0         | 21, 250          | 22, 700 | 2.500           | 45. 850 | 127,4                             |
| 10-10-8          | 22, 750          | 22. 100 | "               | 47. 350 | 169,1                             |
| 6-10-20          | 22. 800          | "       | "               | 47. 400 | 131,7                             |
| 14-7-20          | 28, 500          | "       | "               | 53.100  | 190,0                             |
| 8-18-27          | 32. 300          | "       | "               | 56.900  | 107,3                             |
| 10-21-21         | 33, 500          | "       | "               | 58.100  | 111,7                             |
| Super triple 45% | 18. 850          | "       | "               | 43. 450 | 96,6                              |
| Super simple 21% | 7, 650           | "       | "               | 32. 250 | 153,6                             |

Il faut y ajouter les engrais directement vendus par la SSEPC.

Sulfate d'Ammoniaque 71.000 F/tonne Prix unité N = 355 f/kg

Urée 117.000 F/tonne " " = 260 f/kg

On peut déjà faire quelques remarques :

- S-18-27 et 10-21-21 sont les formules complètes qui assurent le prix de l'unité fertilisante le plus bas. La différence ne peut que s'accroître si on y ajoute le coût du transport.

• à quantité de  $P_2O_5$  égale, le **super** triple est plus **intéressant** que le **supersimple**.

Pour **apporter**... 20 kg de  $P_2O_5$  il faut :

100 kg de supersimple soit 3225 **francs**

45 kg de supertriple soit 1955 **francs**

• il en est de **même** de **l'Urée** plus **intéressante** que le sulfate d'**Ammoniaque**

Pour 20 kg de N il faut :

100 kg de sulfate soit 7100 **francs**

45 kg d'**Urée** soit 5260 **francs**

Remarquons qu'avec 150 kg/ de 14-7-7 soit pour 7965 francs on apporte la **même** quantité d'**azote** avec en plus 10,5 kg de  $P_2O_5$  et 10,5 kg  $K_2O$ .

### 3112. Prix des productions

On prendra les prix moyens payés au producteur en 1974-75.

Arachide 41,5 f/kg

Mil et sorgho 30 f/kg

Nous nous **limiterons** volontairement à **ces** trois productions pour rester **dans** le cadre de l'étude de M. SMITH.

Il **faudrait** remarquer qu'~~en~~ ce qui concerne **l'arachide**, il serait logique de faire correspondre son prix réel sans **taxe**, au prix de sortie usine des engrais. On pourrait en effet envisager une suppression de la subvention **correspondant** à un prix d'**achat** au producteur **libre** de toutes taxes. Nous avons cependant **préfé**ré nous en tenir aux données actuelles les plus **sûres**, étant entendu que lorsque l'on estime l'engrais au prix fort, le prix de l'arachide **est** considéré comme un **minimum**.

### 3113. Les rendements

Ils sont **exprimés** en kg/ha de gousses ou de grains à partir des **résultats** provenant de trois origines.

#### 31131- Les champs de confirmation de l'IRHO

Il **s'agit** d'une application en vraie grandeur chez le paysan d'un **cer-**tain nombre de **techniques** simples (ce que l'on a appelé les thèmes légers).

Dans une exploitation paysanne, 5 ha en assolement sont bornés. Ils **conorétisent** sur le terrain la rotation ~~Jachère-Jachère-Arachide-Mil~~ ou Sorgho-Arachide.

Chaque hectare est subdivisé en 3 parties égales. Sur le tiers central on n'épand pas d'engrais, sur les deux tiers extérieurs on applique, sur arachide uniquement, la fumure faible recommandée pour la vulgarisation dans la zone considérée.

Le paysan cultive lui-même l'ensemble. Il dispose d'un âne ou d'un cheval, d'un semoir et d'une houe. Semences, fongicide, et engrais lui sont fournis. Un agent de l'IRHO était jusqu'en 1974 chargé de conseiller le cultivateur,

Les Premiers champs de confirmation ont été installés en 1955 dans le Sine-Saloum, en 1958 dans la région de Louga, et en 1960 dans la zone de Bambey

Les résultats disponibles couvrent :

- 16 années de résultats sur 6 champs répartis entre Louga et Coki.
- 15 années sur 4 champs au Nord et au Sud de Bambey
- 19 années sur 20 à 28 champs pour l'ensemble du Sine-Saloum, de Gossas à Nioro-du-Rip.

Seuls sont utilisables pour notre calcul les rendements de l'arachide, l'IRHO testant simplement l'effet résiduel de l'engrais arachide sur mil.

### 31132. Les champs de Pré vulgarisation de l'IRAT

Il s'agit d'une dimension intermédiaire entre la parcelle d'essai et le champ de confirmation.

- En chaque emplacement toutes les phases de la rotation (le plus souvent quadriennale) sont représentées. Pour chaque phase, par exemple pour l'arachide de première année, le terrain est divisé en 9 parcelles composant un factoriel  $3 \times 3$ .

Fumure minérale : Témoin

Fumure légère

Fumure forte

Travail du sol : Pas de travail

Travail superficiel

Travail profond

Chaque parcelle élémentaire mesure 400 m<sup>2</sup>.

Les résultats disponibles sont exploitables sur 10 ans depuis 1965. Ils sont situés dans la zone intermédiaire (Tip, Forbotte, Thiénaba, Bambey), dans le Sine-Saloum (Boulel, Keur Yoro Dou, Keur Samba, Nioro-du-Rip), mais aussi au Sénégal Oriental et en Casamance.

37133. Les essais dits "IRAT-SODEVA"

En 1971, à l'initiative de la SODEVA, étaient installés chez 10 cultivateurs répartis dans la zone Centre Nord, des parcelles de 100 m<sup>2</sup> destinées à tester sur une rotation Arachide-Mil, un certain nombre de traitements en vue de régénérer la fertilité des sols assez dégradés: fumure minérale (faible et forte) labour, chaulage, fumier sur céréale. L'interprétation en fut confiée à l'IRAT. En 1973, le protocole modifié fut étendu à 19 points d'essai répartis plus au Nord et la participation de l'IRAT devint plus active: Protocole et interprétation des résultats, visites aux champs et mesures sur le sol (en particulier pH). En 1974 la SODEVA n'ayant plus la possibilité de continuer à conduire un dispositif trop lourd pour son encadrement, ces essais ont été repris par l'IRAT puis l'ISRA qui les a inscrits dans le programme des essais multilocaux.

Le protocole d'origine ne comportant pas de témoin absolu, seuls les résultats 1973 et 1974 sont utilisables mais ils sont déjà riches d'enseignements et ils permettent de recouper parfaitement ceux obtenus sur champs de confirmation et de pré vulgarisation.

31134. Comparaison des résultats entre les données des 3 origines

En comparant les effets moyens de l'engrais minéral arachide (fumure faible) pendant les dix dernières années dans le Sine-Saloum il vient

|                             |             |
|-----------------------------|-------------|
| champs de confirmation      | + 320 kg/ha |
| champs de pré vulgarisation | + 312 kg/ha |

Il y a donc une grande concordance entre les deux séries de résultats en ce qui concerne l'effet de l'engrais minéral qui nous intéresse en premier lieu, On a d'ailleurs vu dans la deuxième partie, que cet effet variait finalement peu en moyenne lorsqu'on passait de la parcelle d'essai au champ paysan, toutes autres techniques égales par ailleurs.

En fonction des résultats disponibles on pourra donc utiliser indifféremment les deux séries de résultats ce qui nous permettra de couvrir l'ensemble des zones pour les différentes cultures aux différents niveaux de fertilisation,

En 1973 et 1974, la moyenne des effets de la fumure faible sur arachide dans In zone Centre Nord a été La suivante :

|  |             |
|--|-------------|
| champs de confirmation et de pré vulgarisation | + 134 kg/ha |
| essais IRAT - SODEVA                           | + 138 kg/ha |

Il y a donc une grande convergence entre tous ces résultats de diverses origines.

L'ensemble de l'information qui sera utilisée peut être trouvée ;

- dans les rapports annuels de l'IRHO-Sénégal
- dans les rapports annuels de la Division d'Application de la Recherche de l'IRAT/Sénégal
- dans les comptes-rendus des essais multilocaux
- dans les rapports de synthèse de l'IRAT/Sénégal.

Etant entendu que nous nous intéressons uniquement aux effets de l'engrais minéral, ces données doivent permettre d'avoir une idée précise de la rentabilité de l'engrais au niveau du champ du paysan.

Le rapport  $R = \frac{\text{gain dû à l'engrais}}{\text{prix de l'engrais}}$  que nous calculerons, donnera une juste indication de ce qui se passe dans la réalité.

Au prix réel de l'engrais chaque fois que  $R > 1$  la rentabilité de l'engrais est assurée au niveau national, Cependant pour que l'engrais soit attractif pour le paysan il faut que  $R$  soit au moins égal à 2,

De là nos conclusions: lorsque  $R$  est compris entre 1 et 2 l'engrais n'est attractif que s'il est subventionné par l'état, ce qui ne signifie pas que l'opération ne soit pas rentable au niveau national.

### 312. Fumure minérale de l'Arachide

#### 3121. Effet moyen global de la fumure faible

Les résultats rassemblés dans le tableau ci-après ont été obtenus dans les champs de confirmation de l'IRHO

|                      |              | Nord   | Centre Nord | Sine-Saloum |
|----------------------|--------------|--------|-------------|-------------|
| Gousses<br>kg/ha     | Témoin       | 841    | 1172        | 1252        |
|                      | Fumure       | 1103   | 1427        | 1679        |
|                      | Plus-value   | + 262  | +255        | +427        |
| Gain en Francs CFA   |              | 10.873 | 10.582      | 17.720      |
| Prix de<br>l'engrais | subventionné | 2400   | 2400        | 2400        |
|                      | Réel         | 7103   | 7103        | 6878        |
| R                    | R.s          | 4,5    | 4,4         | 7,4         |
|                      | R.r          | 1,53   | 1,49        | 2,58        |

Par simplification on a compté 10-10-8 et 6-10-20 au même prix (50 francs/tonne de différence).

Dans le Sine-Saloum le calcul est fait avec la 6-20-10.

- Quelles que soient les zones et les conditions de subvention, en moyenne, le rapport **Gain/Cout** est nettement supérieur à 1 ce qui assure une rentabilité minimale;

- Au prix réel. de l'engrais dans le Sine-Saloum le rapport égal à 2,58 est nettement incitatif.

- Dans les conditions de subvention actuelle la rentabilité est en moyenne largement assurée sur les 15 dernières années. Le rapport est même très favorable dans le Sine-Saloum.

En se basant sur ces données brutes moyennes on pourrait donc affirmer que la rentabilité est assurée dans la mesure où l'état accorde une certaine subvention de l'engrais dans les zones Nord et Centre Nord.

### 3122. Analyse fréquentielle des résultats

Le nombre d'années est suffisant pour permettre de déterminer quelles auraient été les chances réelles d'assurer la rentabilité de l'engrais dans les conditions de prix actuelles.

| R      | N O R D         |     |                   |     | CENTRE NORD     |     |                   |     | SINE SALOUM     |     |                   |     |
|--------|-----------------|-----|-------------------|-----|-----------------|-----|-------------------|-----|-----------------|-----|-------------------|-----|
|        | PRIX REEL       |     | PRIX SUBVENTIONNE |     | PRIX REEL       |     | PRIX SUBVENTIONNE |     | PRIX REEL       |     | PRIX SUBVENTIONNE |     |
|        | Nombre d'années | %   | Nombre d'années   | %   | Nombre d'années | %   | Nombre d'années   | %   | Nombre d'années | %   | Nombre d'années   | %   |
| 0      | 1               | 6   | 1                 | 6   | -               | -   | -                 | -   | -               | -   | -                 | -   |
| 1      | 5               | 31  | 1                 | 6   | 5               | 33  | -                 | -   | 1               | 5   | -                 | -   |
| 1 à 2  | 4               | 25  | 4                 | 25  | 6               | 40  | 3                 | 20  | 4               | 21  | -                 | -   |
| 2 à 3  | 5               | 31  | -                 | -   | 4               | 27  | 2                 | 13  | 6               | 32  | 1                 | 5   |
| 3 à 4  | 1               | 7   | 1                 | 6   |                 |     | 2                 | 13  | 8               | 42  | 2                 | 11  |
| 4 à 6  |                 |     | 3                 | 19  |                 |     | 4                 | 27  | -               | -   | 2                 | 11  |
| 6 à 8  |                 |     | 2                 | 13  |                 |     | 3                 | 20  | -               | -   | 4                 | 21  |
| 8 à 10 |                 |     | 3                 | 19  |                 |     | 1                 | 7   | -               | -   | Y                 | 47  |
| 10     |                 |     | 1                 | 6   |                 |     |                   |     | -               | -   | 1                 | 5   |
| TOTAL  | 16              | 100 | 16                | 100 | 15              | 100 | 15                | 100 | 19              | 100 | 19                | 100 |

Le tableau rassemble toutes les données de cette analyse. On trouvera dans les différentes colonnes le nombre d'années où le rapport R a eu une certaine valeur, ainsi que le % que cela représente par rapport au nombre total d'années retenues.

L'analyse de ce tableau doit se faire par zone.

31 221. Zone Nord

Il faut **éliminer** tout de suite l'**année** 1972 où la production a été nulle avec ou sans engrais.

Au prix réel de l'engrais le rapport est supérieur à 1 dans 63 % des cas et à 2 dans 38 % des cas.

Au prix subventionné on a 9 chances sur 10 (88%) d'avoir R > 1 et 2 chances sur 3 qu'il soit supérieur à 3.

Si l'on excepte l'**année** 1972 vraiment exceptionnelle, il n'y a qu'un seul cas où le paysan n'aurait pas gagné plus qu'il avait investi dans l'engrais.

Le bilan n'est donc pas si négatif qu'on aurait pu le croire. Cependant l'engrais n'est vraiment attractif que s'il est subventionné ou si le prix de l'arachide payé au producteur augmente.

Il y a lieu aussi d'assurer une meilleure valorisation de l'engrais par des techniques appropriées.

En réalité la zone Nord pose le problème d'un choix politique qui nécessite des développements ultérieurs. Nous reviendrons donc plus loin sur son côté préoccupant.

31222. Zone Centre Nord

En prix réel la situation est assez proche de la précédente. R est supérieur à 1 dans deux cas sur trois (67%).

Cependant au prix subventionné le rapport est toujours supérieur à 1, dans 8 cas sur 10 supérieur à 2 et 2 fois sur 3 supérieur à 3.

Dans cette zone qui couvre le Nord de la région de Thiés et le Sud de Diourbel, l'engrais n'est vraiment attractif que s'il est en partie subventionné. Remarquons qu'au fur et à mesure que l'on descend vers le Sud les conditions s'améliorent très nettement.

31223. Le Sine-Saloum

Au prix fort le rapport est supérieur à 1 dans 95% des cas et à 2, 3 fois sur 4.

Avec la subvention actuelle, le rapport aurait toujours été supérieur à 2, dans 95% des cas supérieur à 3 et dans 84% des cas à 4. Il a même été supérieur à 10 en 1957.

On peut donc dire que sur l'ensemble du Sine-Saloum non seulement la rentabilité de l'engrais est pratiquement assurée dans tous les cas mais encore qu'il est fortement attractif.

Si l'on subdivise le Sine-Saloum en deux sous-zones Nord et Sud et que l'on considère les cinq dernières années, les plus <sup>dé</sup>favorables la valeur moyenne de R est la suivante.

|                  | Prix réel | Prix subvent. |
|------------------|-----------|---------------|
| S.-Saloum Nord;  | 1,33      | 3,8           |
| Sine-Saloum Sud; | 2,85      | 8,2           |

Dans le Sud du Sine-Saloum et par extension au Sénégal Oriental et en Casamance le problème de la rentabilité de l'engrais Arachide au niveau du champ du paysan ne se pose pas même aux conditions de prix réel de l'engrais.

A partir du Nord du Sine-Saloum l'incitation passe par une certaine subvention de l'engrais, les conditions actuelles paraissant largement attractives pour le paysan.

#### 3123. Comparaison 6-20-10 et 8-18-27 dans le Sud du Sénégal

En assimilant 7-21-29 et 8-18-27 très voisines, de manière à avoir une plus longue série, nous possédons maintenant cinq années de résultats. Il s'agit des années 1970-1974 dans des plus défavorisées sur le plan de la pluviométrie.

Le bilan suivant récapitule les moyennes obtenues

|                  | RENDEMENTS kg/ha |         |         | PLUS VALUE<br>8-18-27<br>6-20-10 | R       |         |              |      |
|------------------|------------------|---------|---------|----------------------------------|---------|---------|--------------|------|
|                  | Témoin           | 6-20-10 | 8-18-27 |                                  | Réal    |         | Subventionné |      |
|                  |                  |         |         | 6-20-10                          | 8-18-27 | 6-20-10 | 8-18-27      |      |
| Nord Sine-Saloum | 1104             | 1334    | 1467    | + 133                            | 1,33    | 1,77    | 3,8          | 6,3  |
| Sud Sine-Saloum  | 1600             | 2073    | 2243    | + 170                            | 2,85    | 3,13    | 8,2          | 11,1 |
| Casamance        | 1361             | 1816    | 2183    | + 366                            | 2,63    | 3,90    | 7,5          | 13,9 |

- La rentabilité de la 8-18-27 est nettement supérieure à celle de 6-20-10 et augmente du Nord au Sud. On observe même qu'en Casamance la 6-20-10 donnait des résultats légèrement inférieurs à ceux que l'on observait dans le Sine-Saloum. Cela fait pas mal de temps que les agronomes de l'IRAT avaient mis l'accent sur le problème de la potasse en Casamance.

• Même s'il s'agit de moyennes (sur des années réputées mauvaises) le rapport Gain/Côût est tel que le remplacement de la 6-20-10 par la 8-18-27 se confirme comme parfaitement justifié. Les commandes d'engrais pour 1975 en sont la preuve.

### 3124. Conclusion sur la fumure minérale de l'Arachide

D'une manière générale les formules d'engrais proposées par la recherche sont en moyenne attractives pour le paysan aux conditions de prix actuelles et ceci quelle que soit la zone.

L'analyse fréquentielle des résultats fait cependant ressortir qu'il existe un problème dans la zone Nord si l'on considère que l'on n'a que 9 chances sur 10 d'avoir un rapport supérieur à 1 et seulement 2 chances sur 3 qu'il soit supérieur à 3.

Les conditions s'améliorent nettement en descendant vers le Sud et dans l'axe Thiès-Diourbel une rentabilité satisfaisante est toujours assurée, lorsque l'engrais est subventionné.

Dans le Sine-Saloum et la Casamance l'engrais est très attractif même au prix sortie usine surtout depuis que la 8-18-27 a remplacé la 6-20-10.

Le problème de la rentabilité des fumures actuellement recommandées sur arachide ne se pose donc réellement au niveau du champ du paysan que dans le Nord du pays et seulement dans la mesure où l'écart existant entre le prix de l'engrais payé par le paysan et le prix d'achat de l'arachide au producteur diminuera. Nous verrons qu'il existe d'ailleurs des moyens qui permettent d'augmenter cette rentabilité en valorisant mieux l'engrais minéral.

### 313. Fumure minérale du Mil et du Sorgho

L'analyse portera sur la céréale la plus fréquemment cultivée en alternance avec l'arachide dans la zone considérée.

- Mil pour le Nord, le Centre Nord et la Casamance
- Sorgho pour le Sine-Saloum et le Sénégal Oriental,

### 3131. Fumure du Mil dans le Nord et le Centre Nord

31311 Fumure faible

Il s'agit de la 14-7-7 utilisée à 150 kg/ha sans apport complémentaire d'urée.

Ont été regroupés ici 34 résultats annuels des champs de pré vulgarisation de Louga, Forbotte, Thiénaba, Bambey et Tip.

Témoin 390 kg/ha

Fumure 705 kg/ha

Plus value 315 kg/ha à 30 francs = 9.450 francs.

|              | Prix engrais | R    |
|--------------|--------------|------|
| Réel         | 7950         | 1,19 |
| subventionné | 2400         | 3,9  |

En moyenne la rentabilité minimale est assurée mais la subvention parait nécessaire.

Bien que nous ne disposions que de 11 années de résultats, une analyse fréquentielle nous a paru intéressante.

| R     | Prix réel       |     | Prix subventionné |     |
|-------|-----------------|-----|-------------------|-----|
|       | Nombre d'années | %   | Nombre d'année    | %   |
| 1     | 3               | 27  |                   |     |
| 1 à 2 | 8               | 73  | 1                 | 9   |
| 2 à 3 |                 |     | 1                 | 9   |
| 3 à 4 |                 |     | 1                 | 9   |
| 4 à 6 |                 |     | 7                 | 64  |
| 6 à 8 |                 |     | 1                 | 9   |
|       | 11              | 100 | 11                | 100 |

Avec la subvention actuelle, l'engrais mil est largement attractif dans cette zone (8 chances sur 10 que R soit supérieur à 3). Ceci explique en partie le succès de cette formule dont l'effet sur la végétation est très spectaculaire en début de c-yole.

Remarquons que si l'on apportait seulement 100 kg/ha de sulfate d'ammoniaque (soit la même quantité d'azote) la différence de prix réel serait faible (850 francs) alors que les résultats des nombreux essais réalisés montrent que le rendement diminuerait de plus de 30 kg/ha de mil (900 francs). Les chances de rentabilité et d'attractivité en seraient amoindries.

### 31312. Fumure forte

Elle est peu utilisée dans cette zone. Nous examinerons ici les résultats obtenus à Thiénaba durant les cinq dernières années, les plus difficiles.

|               |            |       |
|---------------|------------|-------|
| Témoin        | 193 kg/ha  |       |
| Fumure faible | 532 kg/ha  | + 339 |
| Fumure forte  | 1216 kg/ha | +1023 |

Fumure forte = 150 kg/ha 10-21-21 + 100 kg/ha Urée = 20.400 francs.

|                   | R <sub>F1</sub> | R <sub>F2</sub> |
|-------------------|-----------------|-----------------|
| Prix réel         | 1,28            | 1,50            |
| Prix subventionné | 4,2             | 7,7             |

• La rentabilité de la fumure forte est supérieure à celle de la fumure faible.

• Au prix subventionné l'attractivité de l'engrais est certaine en fumure forte.

### 3132. Fumure du mil en Casamance

Nous avons rassemblé les résultats obtenus avec les deux fumures à Vélingara, Séfa et N'Diéba (17 résultats annuels)

|        |            |        |
|--------|------------|--------|
| Témoin | 1151 kg/ha |        |
| F1     | 1792 kg/ha | + 641  |
| F2     | 2404 kg/ha | + 1253 |

|                   | R <sub>F1</sub> | R <sub>F2</sub> |
|-------------------|-----------------|-----------------|
| Prix réel         | 2,42            | 1,84            |
| Prix subventionné | 8,0             | 15,6            |

La rentabilité de la fumure minérale du mil ne pose pas de gros problème en Casamance.

### 3133. Fumure minérale du Sorgho dans le Sine-Saloum et le Sénégal Oriental

On a aussi regroupé ici les deux fumures. Il nous faut distinguer deux fumures fortes :

Sine-Saloum Nord 150 kg/ha 1 0-21-21 + 100 kg/ha Urée

Sine-Saloum Sud et Sénégal Or. 150 kg/ha 10-21-21 + 150 kg/ha Urée

|                      | Témoin | Fumure faible |            | Fumure forte |            |
|----------------------|--------|---------------|------------|--------------|------------|
|                      |        | Rendement     | + US-value | Rendement    | + US-value |
| Sine-Saloum Nord     | 587    | 1119          | + 532      | 1368         | + 781      |
| S-Saloum Sud et S.O. | 1001   | 1720          | + 719      | 2349         | + 1348     |

|                        |                  |        |
|------------------------|------------------|--------|
| Coût de F <sub>2</sub> | Sine Saloum Nord | 20 415 |
|                        | Sine Saloum Sud  | 26 265 |

|  |                   | RF1  | RF2  |
|--|-------------------|------|------|
| Sine-Saloum Nord                       | Prix réel         | 2,0  | 1,15 |
|  | Prix subventionné | 6,65 | 5,86 |
| Sine-Saloum Sud<br>et Sénégal oriental | Prix réel         | 2,7  | 1,54 |
|  | Prix subventionné | 9,0  | 8,4  |

Il n'y a pas de problème pour la fumure faible. La fumure forte n'est attractive que si les apports complémentaires d'Urée sont subventionnés.

#### 314. Conclusion sur la rentabilité de l'engrais au niveau du champ paysan

Les résultats précédents nous permettent de conclure objectivement que d'une manière générale et dans les conditions de prix actuelles l'engrais minéral vulgarisé est rentable et attractif pour le paysan Sénégalais.

Ce n'est donc pas aux formules recommandées par la recherche qu'il faut attribuer une prétendue désaffectation pour l'engrais minéral.

L'étude fréquentielle entreprise grâce aux nombreux résultats disponibles montre qu'aux conditions de prix sortie-usine de l'engrais, le rapport Gain/Cout n'est supérieur à 1 pour l'arachide et le mil qu'environ 2 fois sur 3 dans le Nord et le Centre Nord, Il n'y a par contre pas de problème au niveau national dans le Sine-Saloum puisque R est toujours supérieur à 1 (même à 2 dans 8 cas sur 10).

Il y a donc un problème de subvention ou d'équilibre des prix engrais-produits qui ne peut être réglé en modifiant les fumures minérales (voir cas du mil en particulier).

Il semble bien cependant que la zone Nord pose un problème particulier compte tenu à la fois

- de l'irrégularité de la pluviométrie
- de l'état de dégradation de ses sols.

La question nécessite un examen particulier.

En guise d'épilogue sur ce problème de la rentabilité des engrais, nous ne pouvons que citer un 'extrait du "Soleil" du 27 Juin 1975 et qui a trait à l'action de la SODEVA dans le Sine-Saloum: "Les Paysans Traction Bobine (TB) et Fraction Bovine Fumure Forte (TBFF) ont couvert 101.000 ha soit 13% du total régional.... Les rendements ont été excellents et prouvent l'efficacité de nos méthodes. Alors que pour la masse le rendement de l'arachide n'a pas dépassé

980 kg/ha pour l'arachide, par contre il atteint 1671 kg/ha chez les TBFF, 1330 kg/ha chez les TB et 1117 kg/ha chez les TL (Thèmes légers)". Pour les céréales les résultats aussi ont été très satisfaisants".

Les méthodes dont il est question ne concernent-elles pas à la fois les recommandations de la recherche et l'application correcte par le développement ? M'est-ce pas la preuve que la conjonction des deux donne d'excellents résultats et qu'elle motive le paysan ? Peut-on douter alors de la rentabilité des techniques préconisées ?

### 32- Peut-on accroître la rentabilité de l'engrais en milieu paysan ?

#### 321. Les problèmes qui restent posés à la recherche

Si l'on se fixe réellement pour objectif l'accroissement de la production agricole, nous pensons que l'ajustement de la fertilisation en l'état actuel de nos connaissances a peu de chances de progresser. Autrement dit, la voie purement empirique d'expérimentation ne peut apporter que des améliorations de détail, donc en dispositifs suffisamment contrôlés pour être sensibles à de petites différences, au prix d'efforts et de moyens sans commune mesure avec ces résultats. Aussi bien, s'il serait une erreur de se passer de l'information constante des essais au champ, ne faut-il pas en attendre de gros progrès si ceux-ci ne s'accompagnent pas d'une démarche plus soutenue portant sur les mécanismes mis en jeu par la fertilisation.

Que la fumure soit selon toute apparence rentable, ne signifie pas, bien entendu, qu'elle soit arrivée à une perfection, et, s'il faut garder à l'esprit les contraintes impératives de la bonne gestion du patrimoine foncier, il convient de chercher à rogner les coûts ou à accroître encore les bénéfices.

La réduction des coûts par la réduction de l'engrais sans autre considération est simpliste. Par contre, toute solution qui nous permettra de gagner sur les pertes, les consommations de luxe ou d'accroître les sources gratuites d'éléments seront bénéfiques: limitation du lessivage par apport différé des éléments mobiles (qui doit s'appuyer sur la correspondance de l'offre du sol et de la demande de la plante), évitement de la dénitrification (qui peut survenir en saison à pluviométrie irrégulière), modification des propriétés de stockage du sol (qui reposent sur les lois de la chimie des colloïdes), accroissement de la fixation de l'azote de l'air (symbiotique ou non, qui ouvre probablement de grandes perspectives, mais surtout dans les domaines de l'inoculation du sol et de la sélection de micro-organismes adaptés), utilisation d'engrais

retard (N, K, à libération progressive) ou d'inhibiteur de nitrification (limitant le lessivage des nitrates), apports organiques préhumifiés, etc...

De la même façon, la promotion de techniques qui tendent à accroître l'expression de l'engrais va dans le sens de sa valorisation création de variétés résistantes aux adversités (qui ne sont plus alors facteurs limitants majeurs), ou de structures de plantes accroissant la partie utile par rapport à l'ensemble-du végétal (élévation du rapport grain/paille des céréales), économie de l'eau, conservation des stocks, etc...

Toutes ces progressions pourront certainement permettre soit de réduire l'engrais sans risque, soit d'accroître la production. Il faut d'ailleurs noter à ce point que plus on s'élève dans l'échelle des rendements et plus les exportations par tonne de produit utile obtenu sont réduites.

C'est sur ces voies que la recherche tend à s'engager, car ce sont celles qui, selon toute probabilité, réservent les meilleures chances d'économie d'éléments fertilisants de plus en plus précieux.

### 322, Valorisation de l'engrais par les techniques culturales

Si la rentabilisation de l'engrais est presque toujours possible, il faut bien souligner que celle-ci est fortement dépendante des techniques culturales qui accompagnent la fertilisation. En retour, la fertilisation peut valoriser ces techniques. Il faut reconnaître qu'il est en général assez difficile de séparer les effets des différentes pratiques culturales, et de dégager leurs interactions. En effet, il serait extrêmement lourd de monter des expérimentations destinées à tester systématiquement toutes les combinaisons. D'autre part, le suivi de l'application des thèmes en milieu paysan fait souvent ressortir que la qualité des techniques culturales et les niveaux de fertilisation sont liés. Ceci est d'ailleurs, en soi, un élément qui montre que le paysan est sensible à la nécessité de bien cultiver s'il veut valablement utiliser l'engrais. On pourra malgré tout citer quelques exemples tirés soit des études en Unités expérimentales, soit des expérimentations multilocales ou des essais IRAT-SODEVA :

#### 3221. Effet de la préparation

Plusieurs exemples ont déjà été cités au cours des chapitres précédents. En voici quelques autres :

- En 1971, on a pu établir sur les résultats arachide de Koumbidia deux équations de régression liant le rendement (Y) à l'apport d'engrais (x). On obtient :

$$\text{En absence de travail du sol : } Y = 759 + 2,1 x$$

$$\text{Avec un travail du sol : } Y = 708 + 3,6 x$$

On voit que l'effet d'un kg d'engrais passe de 2,1 kg de produit à 3,6 kg avec un labour.

En 1972, toujours pour arachide à Koumbidia, le labour fait passer cet effet de 2,9 à 3,4.

• Réciproquement, l'effet de la préparation, faible à nul en l'absence de fertilisation, est accru par l'engrais. Ainsi, à Thyssé Kayemor en 1972, on a les résultats suivants sur arachide :

|                | Sans<br>préparation | Avec<br>préparation | Plus-value       |
|----------------|---------------------|---------------------|------------------|
| ~ sans engrais | 734                 | 678                 | - 56             |
| , Avec engrais | 1040                | 1260                | +220             |
| Plus value     | +306                | +582                | //////////////// |

Les deux thèmes se valorisent réciproquement. Citons encore des effets du même genre, mais encore plus spectaculaires, obtenus sur **céréales** :

A Thiénaba, sur 5 ans, les rendements de mil sont les suivants :

|                | Sans<br>préparation | Avec<br>préparation | Plus-value       |
|----------------|---------------------|---------------------|------------------|
| , Sens engrais | 193                 | 482                 | +289             |
| , Avec engrais | 532                 | 999                 | +467             |
| Plus-value     | + 339               | + 517               | //////////////// |

Cette fois-ci, non seulement l'engrais se trouve valorisé exactement de la même façon que dans l'exemple précédent sur arachide, mais il met encore bien plus en valeur l'effet du travail du sol.

Sur sorgho; enfin, on a observé sur 5 années à Nioro du Rip des effets encore bien plus forts, bien que le témoin se situe à un niveau élevé de production, donc plus proche du plafond variétal :

|              | sans<br>préparation | avec<br>préparation | Plus-value       |
|--------------|---------------------|---------------------|------------------|
| Sans engrais | 1127                | 1760                | + 633            |
| Avec engrais | 1924                | 2888                | + 964            |
| Plus-value   | +797                | +1128               | //////////////// |

3222. Effet de la date de semis

-A Houmbidia, en 1972, la production d'arachide par kg d'engrais évolue comme suit en fonction de la date de semis :

| N° de la pluie de semis | 1   | 2   | 3   | 4   |
|-------------------------|-----|-----|-----|-----|
| Effet du kg d'engrais   | 3,5 | 3,1 | 2,7 | 2,1 |

Ainsi, le meilleur effet de l'engrais est obtenu avec un semis précoce. Mais inversement, l'engrais peut pallier l'inconvénient d'un semis légèrement retardé, alors que le semis à même date sans engrais conduira, lui, à des résultats très faibles, C'est l'exemple de Thyssé Kayemor, donné dans le tableau suivant :

| N° de la pluie de semis | 1 + 2 | 3   | 4    | 5   |
|-------------------------|-------|-----|------|-----|
| sans engrais            | 930   | 764 | 481  | 447 |
| Avec engrais            | 1326  | 938 | 1015 | 285 |

A la 4e pluie, l'effet de l'engrais est très fort, non par augmentation du rendement sur parcelle fumée, mais par chute de la production des champs privés d'engrais. Mais pour un semis trop tardif, l'engrais ne compense pas le retard, au contraire\*

### 3223. Effet du chaulage

En sols acides, pour les plantes sensibles à la toxicité aluminique (arachide, sorgho, cotonnier, etc...), le chaulage peut permettre une meilleure expression de la fumure. C'est ce que l'on constate sur 17 résultats d'essais arachides, en 2 ans (essais IRAT-SODEVA):

|               | Sans chaulage | Avec chaulage | Plus-value |
|---------------|---------------|---------------|------------|
| Sans engrais  | 713           | 749           | + 36       |
| Fumure légère | 890           | 999           | + 109      |
| Plus-Value    | + 177         | + 250         | ////////   |

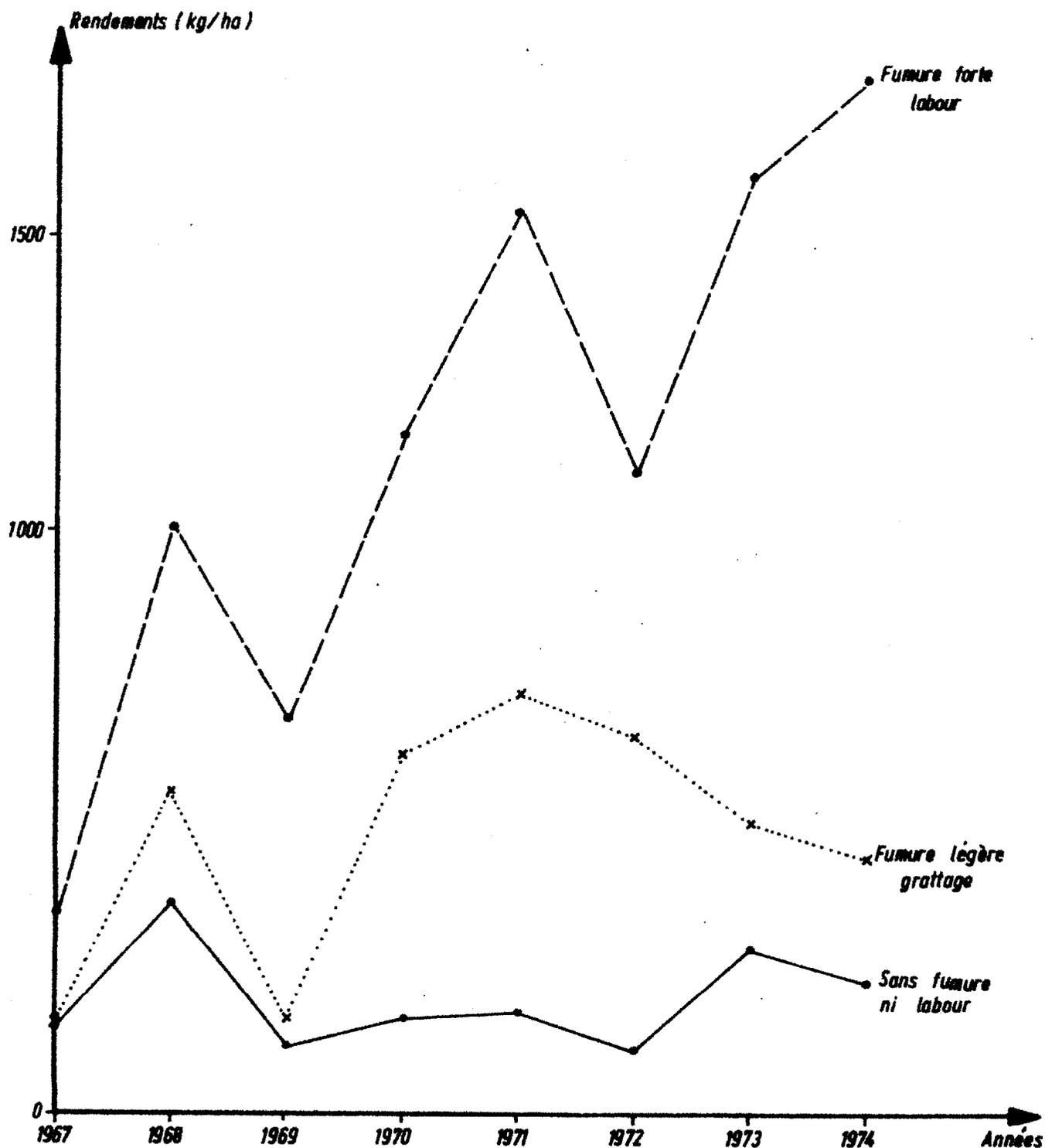
De son côté, l'engrais a valorisé le chaulage.

### 3224. Effets cumulatifs

Tous les calculs de rentabilité se fondent sur la comparaison des coûts et des produits immédiats, d'abord parce que ce sont les seuls aisément

# EVOLUTION DES RENDEMENTS A THIENABA

1070  
1967 — 342  
1968 — 907  
1969 — 459  
1970 — 616  
1971 — 235  
1972 — 279  
1973 — 513  
1974 Pluviométrie (mm)



chiffrables, ensuite parce qu'ils sont déterminants au niveau du choix des paysans, Mais les effets qui s'accumulent par la bonne conduite des terres, s'ils ne sont pas toujours traduisibles en chiffres, n'en pèsent pas moins sur la production nationale, comme sur celle de chaque cultivateur.

Nous ne prendrons pour exemple qu'un cas particulièrement frappant: l'évolution des rendements obtenus à Thiénaba sur mil en rotation, de 1967 à 1974, partant d'un terrain très dégradé, et conduit selon 3 modalités :

F0 T0: Sans fumure ni travail du sol

F1 T1 : Fumure légère et grattage

F2 T2 : Fumure forte et labour.

Les rendements réels sont portés sur un graphique, mentionnons seulement sur le tableau suivant les plus values induites par les traitements améliorants (F1 T1 et F2 T2) par rapport au témoin (F0 T0)

| Plus values<br>(kg/ha) | 1967 | 1968 | 1969 | 1970 | 1971 | 1972 | 1973 | 1974 |
|------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| dues à F1 T1           | 6    | 195  | 49   | 455  | 548  | 540  | 215  | 217  |
| dues à F2 T2           | 200  | 638  | 562  | 545  | 1369 | 988  | 1310 | 1542 |

On observe que la rentabilité des thèmes intensifs s'accroît très fortement avec le temps. Par contre, celle des thèmes aemi, intensifs, si elle se montre attrayante les premières années, tend à décroître. Ils ne peuvent être qu'une solution transitoire.

Avec des fluctuations plus importantes, on retrouve des tendances similaires sur l'arachide de la même rotation :

| Plus values  | 1967 | 1968 | 1969 | 1370 | 1971 | 1972 | 1973 | 1974 |
|--------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| dues à F1 T1 | 190  | 26   | 165  | 323  | 820  | 139  | 546  | 291  |
| dues à F2 T2 | 390  | 151  | 452  | 248  | 1262 | 67   | 829  | 773  |

### 3225. Autres effets

Bien qu'il soit difficile de citer des exemples pour illustrer les effets bénéfiques ou péjoratifs de toutes les techniques sur l'expression de l'engrais, on peut encore mentionner l'importance primordiale de pratiques telles que le désherbage des céréales, les sarclages des cultures (dont il est significatif que le nombre soit bien corrélé avec la quantité d'engrais utilisée par le paysan), l'enfouissement de l'engrais, etc...

Concernant l'entretien des cultures, citons tout de même l'exemple de Kcumbidia (1971) sur arachide, qui relie les plus values dues à l'engrais au nombre de sarclages :

|                     |  | Rendements en kg/ha |      |      |
|---------------------|--|---------------------|------|------|
| Nombre de sarclages |  | 3                   | 4    | 5    |
| Sans engrais        |  | 866                 | 825  | 978  |
| Plus value sarclage |  | -                   | -41  | +153 |
| Avec engrais        |  | 1011                | 1123 | 1215 |
| Plus value sarclage |  | -                   | +112 | + 92 |
| Plus value engrais  |  | +145                | +298 | +237 |

Comme pour les autres techniques culturales, l'entretien des cultures et la fertilisation se valorisent mutuellement.

323, Ce que l'on pourrait faire dans le domaine de la valorisation de l'engrais

Au point où nous en sommes, nous connaissons des voies possibles sur lesquelles porte l'essentiel de l'effort de recherche. Mais nous disposons déjà d'un arsenal de techniques pour lesquelles nous avons la certitude, ou de très sérieuses présomptions, qu'elles valorisent l'engrais, et qu'elles permettent ou permettraient d'accroître son efficacité et les plus values qu'il induit au niveau de l'exploitation et de l'état.

Bien que l'on dispose déjà de quelques résultats sur les effets spécifiques de ces techniques et de la fertilisation, il serait intéressant de poursuivre un travail dans ce sens, et, parallèlement, de tester la pénétration de ces thèmes en milieu paysan, d'identifier les freins éventuels à leur adoption par l'agriculteur.

Enfin, on pourrait peut-être progresser dans l'étude du marché des céréales, dont l'organisation satisfaisante permettrait à l'agriculteur de vendre ses surplus à un prix assuré, au lieu de les brader au moment où il a besoin d'argent.

### 33-Quelques sujets qui méritent réflexion

#### 331. Le problème de la zone Nord

On entendra ici par zone Nord la partie du Sénégal Septentrional qui se trouve située entre le fleuve Sénégal et une ligne ~~Mékhé-Thilmakha-Darou Mousty~~. Cette limite sud est approximative et artificielle; elle peut se **déplacer** suivant les années. Elle marque la limite géographique à partir de laquelle les récoltes ont été pratiquement nulles en 1972.

#### 3311. La situation présente

Cette zone se caractérise par :

- une **pluvionétrie** faible et irrégulière
- la faible fertilité naturelle de ses **sols**, **accentuée** par un état de dégradation avancé.

Comme nous l'avons montré **précédemment**, il semble qu'il y ait un problème de rentabilité de **l'engrais** tout au moins dans la mesure où **l'on** applique le **prix** réel; **c'est-à-dire** au niveau national, **Toutefois**, **même** dans les **condi-** tions de subvention actuelles, le rapport **Gain/Coût** n'est véritablement **incita-** tif que deux années sur trois.

Il ne faut cependant pas dramatiser en accordant une **influence** prépondérante. aux dernières **années**. En raisonnant sur la **moyenne** le rapport est **supérieur à 4** et demeure donc très attractif **pour le** cultivateur.

Le paysan du Nord paie actuellement l'engrais au même prix que le paysan du ~~Sine-Saloum~~ alors que **la** formule est moins **concentrée** et qu'il le **ren-** tabilise moins facilement. Autrement dit, **malgré** les grandes difficultés auxquelles il a à faire face, il ne bénéficie d'aucun avantage si ce **n'est d'être** **considéré comme sinistré** un peu plus **souvent** que les autres.

**Mieux**, actuellement un courant se dessine qui tend à considérer que **l'engrais "n'étant pas rentable"** (ce qui **n'est pas vrai** dans la majorité des cas) il y a lieu de le diminuer, voire de le supprimer.

Les formule vulgarisées, n'assurant pas toujours **comme** nous l'avons **vu**, des bilans minéraux parfaitement équilibrés, **cela** revient donc à **accentuer** progressivement la dégradation des sols.

#### 3312. Les perspectives

On peut espérer dès maintenant mettre en oeuvre un ensemble de techniques permettant de régulariser et d'augmenter la production **végétale**

- Par une meilleure **économie** de **l'eau**, il est possible d'assurer plus souvent aux cultures une alimentation **hydrique satisfaisante**. Un certain nombre de

résultats ont déjà été obtenus dans ce sens et des études nouvelles doivent être entreprises dans le courant de l'année 1975 :

- . Amélioration de la collecte et du stockage de l'eau de pluie: lutte contre le ruissellement, action sur l'infiltration, etc...

- . Réduction de la déperdition et de la consommation de l'eau: brise vent, etc...

- . Valorisation par des productions élevées: variétés à courts cycles résistantes à la sécheresse, cultures maraîchères.

- . Utilisation des eaux souterraines pour l'irrigation,

L'ensemble vise à un aménagement rationnel du paysage et à la définition de systèmes de culture en vue de l'utilisation maximale de toutes les ressources en eau disponibles.

- Les procédés d'amélioration de la fertilité des sols sont connus: ils s'appellent labour, fertilisation minérale, matière organique (résidus de récolte, fumier), chaulage. Il en est d'autres actuellement à l'étude tels que l'inoculation bactérienne des légumineuses, et sur lesquels on peut fonder de grands espoirs.

Mais il ne faut pas se cacher que la mise en place de ces techniques nécessitera des moyens considérables avec une rentabilité à long terme probable sinon certaine. Elle nécessite donc un important effort de l'état.

### 3313. Le Choix

Le développement agricole de la zone Nord pose donc de réels problèmes sur le simple plan de la technique.

Tout le monde en a conscience d'une manière plus ou moins confuse, mais nous saisissons cette occasion pour souligner à nouveau l'alternative présentée par le dossier technique, sans préjuger des autres analyses, de type socio-économique, qui interviennent évidemment lors de la prise de décision au niveau le plus élevé. Il faut bien réaliser par exemple, que le fait de transformer cette région en zone de parcours des troupeaux itinérants, devrait logiquement se traduire par un déplacement de population et par un problème d'emploi de la main d'oeuvre.

En tant qu'agronomes donc, nous pensons que l'ensemble des techniques évoquées précédemment doit raisonnablement conduire à accroître la capacité de production de cette zone par l'accession globale de l'agriculture à un niveau d'équilibre très supérieur à l'état actuel. Par contre, nous croyons que l'autre choix que comporte l'alternative (statu quo et/ou abandon de l'engrais) relève

Nous sommes **conscients** que, dans le domaine des liaisons Recherche-Vulgarisation, **il existe** de nombreuses **expériences**, de nombreuses **opinions** et, il faut le dire, de nombreux **échecs**.

Aussi notre **intention** n'est pas d'**entamer** un **dialogue** de fond qui **aurait** pour but de réfléchir sur ce problème **au niveau** des structures **nationales**.

Remarquons seulement que l'étude de rentabilité de l'engrais **proposée** par la **Banque Mondiale** nous **semblait** une occasion excellente pour faire cet effort **de réflexion** **commun**, d'autant plus qu'elle était assortie de moyens **financiers**; visiblement cette idée a totalement **échappé** à l'appréciation de l'**expert** de la T.V.A.

Nous nous limiterons donc à faire quelques propositions **concrètes** **d'action** **commune**, en précisant tout d'abord quelles en sont les motivations,

Il nous **paraît** hautement souhaitable tout **d'abord** de pouvoir **disposer** dans le pays d'**un réseau** de diffusion et de **contrôle** des thèmes techniques proposés par la Recherche, qui soit implanté en milieu paysan, On pourrait y suivre **l'évolution** des effets des **fumures** minérales mis **aussi** du labour, de la **fumure** organique, du chaulage, etc... dans des conditions de bonne culture et dans différentes **écologies**.

Nous remarquons d'autre part que, chercheurs comme vulgarisateurs, nous **sommes** **tous** très absorbés par la réalisation des **tâches** qui nous sont **confiées**. Il s'en suit une insuffisance **d'échanges** réciproques que des réunions formelles ou des rapports **volumineux** n'arrivent pas à **pollier**. Par **contre** l'**expérience** **courante**, et encore récente avec des agents de la SODEVA (le passage du thème labour en sec **en** milieu paysan, les essais de **fumure** dits IRAT-SODEVA), est **là** pour nous assurer du bénéfice mutuel des rencontres **sur le terrain**; **c'est** **vraiment** **le lieu** privilégié des échanges les plus **positifs**, où le transfert des **informations** se fait **spontanément**, sanctionné par la réalité **agricole** toujours plus **complexe** qu'on peut parfois le penser dans un laboratoire de recherche ou un **bureau d'études**.

Il ne faut pas se **cacher** aussi que **l'intérêt** de ces remontres est largement fonction non seulement des questions **qui** y sont débattues **mais** aussi et surtout de la connaissance réciproque des personnes qui y **participent**. Or il est d'observation banale de constater **que** le chercheur est, par son **type** d'**activité**, plus stable géographiquement que le développeur. Pour cet ensemble de **raisons**, il nous semble donc important que **cette** stabilité soit assurée par des points d'observation permanents. Le niveau **expérimental** ainsi **constitué** **assure**-rait ainsi, de facto, une continuité **concrète** dans nos échanges réciproques.

Des tests simples pourraient y être conduits, dont l'intérêt et la validité devraient être assurés en appliquant certains "principes" qui restent certainement à discuter conjointement, mais qui au vu de notre expérience actuelle des liaisons Recherche-Vulgarisation, seraient à rechercher dans la ligne des quelques remarques suivantes :

- Protocoles d'essai, modalités de réalisation et résultats doivent être conçus et discutés en commun.
- Les parcelles des tests sont cultivées exclusivement par des paysans dans les meilleures conditions.
- De façon à ce que le travail des vulgarisateurs ne soit pas perturbé, il semble indispensable qu'il y ait des agents spécialement affectés à la gestion de ce réseau
- Des rencontres périodiques informelles chercheurs-vulgarisateurs auraient lieu sur le terrain à l'initiative de ces derniers.

Plusieurs modalités pratiques d'application peuvent être imaginées dans ce cadre là, ainsi que différents types d'essais ou de modes d'intervention communes en milieu paysan: tests par thème (labour, engrais, etc...) ou tests plus globaux dont l'objet principal serait la mise en évidence des-freins à la diffusion de certains thèmes particuliers (effet de la préparation, la date de semis, sarclage, etc... sur la valorisation de l'engrais, par exemple), enquête etc... Quel que soit le détail de ces actions à entreprendre, leur but fondamental reste de permettre, à la recherche et à la vulgarisation, au contact direct avec les réalités agricoles du Sénégal, d'aboutir à un langage et à une position communs face aux questions complexes posées par le développement agricole du pays.

Le fait que notre saisie de ces questions procède d'une méthodologie et d'analyses assez souvent différentes ne doit pas être un frein au transfert technologique en milieu paysan: c'est dire l'enjeu et les efforts que nous avons à faire pour rendre cette collaboration efficace.

#### 4 - CONCLUSION GENERALE

La mission du consultant de la Banque Mondiale a soulevé un certain nombre de problèmes qui nous paraissent fondamentaux.

On peut se demander, comme nous l'avons fait en fin du chapitre 2, si l'on attend de la recherche qu'elle propose un aménagement de la situation actuelle de production pour la perpétuer sans espoir de réel progrès, ou qu'elle fournisse les éléments propres à débloquent cette situation pour accroître la production.

Partant du principe que la seconde option est la plus fructueuse, nous croyons qu'il ne s'agit pas alors d'affiner jusqu'à l'absurde un thème particulier (la fertilisation) conçu dans le cadre rigide d'un ensemble de techniques immuables, mais d'adapter tous les thèmes techniques dans un système cohérent susceptible de <sup>faire</sup> accéder la production à un niveau supérieur. A ce titre d'ailleurs, la fertilisation n'est pas un thème moteur, et c'est plutôt l'avènement d'un certain nombre de techniques prometteuses de meilleurs rendements (préparation du sol, semis précoce, variétés sélectionnées, démariage, entretien correct des cultures, etc...) qui nécessite l'appui d'une bonne fertilisation destinée à la fois à la meilleure expression de ces techniques, et, il ne faut jamais l'oublier, la perpétuation des fortes productions, qui sont synonymes de fortes exportations. C'est particulièrement vrai dans les sols extrêmement sableux du Sénégal.

Ainsi la promotion du semis précoce et du sarclage de l'arachide, qui permettent de gagner sur les rendements ce qu'on ne peut gagner sur les surfaces, peut amener, si l'on n'a pas le souci de la conservation du milieu, à une dégradation accélérée des sols. C'est ce qui se passe dans la région de Thiès, où, en économisant sur l'engrais par soucis de maximiser la rentabilité immédiate, on produit à l'heure actuelle 6 à 700 kg d'arachide par hectare et par an en moins de ce que l'on aurait pu faire si l'on avait su conserver la fertilité d'il y a 15 ans.

C'est pourquoi nous considérons que les thèmes techniques proposés sont solidaires, et qu'il faut raisonner le problème de l'accroissement des productions au niveau le plus global, même si la stratégie du développement amène, par nécessité, à décomposer les thèmes à proposer. C'est en effet le seul moyen de faire le choix des priorités.

Analysant les problèmes selon cette approche, on conçoit que toutes demi-mesure, approximation d'un thème, défection d'une technique dans un ensemble, ne peut être considérée que comme une position tout à fait transitoire, jamais comme une solution. Ainsi, réduire la fertilisation dans l'espoir de maxi-

miser le profit immédiat, mais en négligeant la **conservation** du milieu peut **être** une option de quelques années, **à** laquelle il faut prévoir très vite un relai . Cela devient une absurdité dangereuse lorsqu'on l'érige au niveau de principe, **car** ce **n'est** pas résoudre un problème que d'en escamoter les contraintes.

Si réellement il y a des contraintes **à** lever, et il y en a toujours lorsqu'on est condamné au progrès, on se leurre en **pensant** le faire **par** la **re-**conduction **indéfinie** des **mêmes** questions et des **mêmes** expérimentations, par le réexamen des **problèmes résolus**. C'est en fait retarder l'échéance **à** laquelle il faudra ou trancher, si les solutions techniques sont décidément aléatoires, ou lever réellement les contraintes par des innovations techniques. **La** seule difficulté alors est de voir clairement les conséquences des choix **à** faire.

Nous sommes loin de la démarche adoptée par **l'expert**, et l'on comprend qu'il nous **aurait** été difficile de nous associer à ses **expérimentations**, **s'il** nous y **avait** **invités**. Nous lui donnons rendez-vous dans trois ans, et, **en** cas d'échec, dont on aura compris qu' **il** **n'est** pas tout à fait **exclu** , on se souviendra de ne pas le faire supporter **à** ceux qui ont la très lourde **tâche** de conduire son dispositif, et **à** qui on ne peut que souhaiter bonne chance.

Quant **à** nous, nous pensons qu'**il** existe des problèmes plus réels **à** **traiter**, et qu'**ils** pourraient constituer un excellent terrain de collaboration entre la recherche et le **développement**.



On peut ainsi bâtir le tableau suivant, où 1 kg d'élément fertilisant (N,  $P_2O_5$  ou  $K_2O$ ) doit, pour être reconnu effectif, produire en gousses (kg/ha) :

| CV       | 20   | 25   | 30   | 35   |
|----------|------|------|------|------|
| N        | 21,8 | 27,3 | 32,7 | 38,2 |
| $P_2O_5$ | 4,8  | 6,1  | 7,3  | 8,5  |
| $K_2O$   | 7,3  | 9,1  | 10,9 | 12,7 |

Confrontons ces seuils minimaux aux résultats de la recherche.

Pour un apport de 15 kg/ha N 1 kg donne 11,8 kg de gousses (1)  
 " de 30 kg/ha  $P_2O_5$  1 kg  $P_2O_5$  donne 10 kg de gousse (2)  
 " de 30 "  $K_2O$  1 kg  $K_2O$  donne 8 kg " (3)

(1) Essai A.I.E.A. 1974

(2) Plusieurs essais multiloceaux 1963

(3) Poulain 1968

Avec de pareils résultats, dans le contexte des expérimentations prévues ici, on voit que seul l'effet de  $P_2O_5$  serait à peu près sûrement significatif à faible dose, peut-être celui de  $K_2O$  (peu probable), jamais celui de N.

Ainsi, on est presque certain que l'expérimentation conclura au bout de 3 ans, à une fumure arachide de 20 à 30 kg/ha de  $P_2O_5$ , soit, avec les engrais qu'il aura étudié, de 100 kg/ha de supersimple

- Essai mil : Le dispositif est tel qu'on ne peut comparer que P2 et P1, K2 et K1, et N2 et N1.

En prenant cette fois un timbre de degrés de liberté de 17 (Pas de subdivisions "avec et sans gypse" donc: 18 répétitions), pour avoir des effets significatifs, 1 kg d'élément doit produire au moins (en kg/ de grain)

| CV             | 20   | 25   | 30   | 35   |
|----------------|------|------|------|------|
| entre P2 et P1 | 13,2 | 16,6 | 19,9 | 23,3 |
| entre K2 et K1 | 13,2 | 16,6 | 19,9 | 23,3 |
| entre N2 et N1 | 10,0 | 12,5 | 15,0 | 17,4 |

Or, en expérimentation :

|  |                                    |                         |       |
|--|------------------------------------|-------------------------|-------|
| Pour un apport de 30 kg N                | 1 kg N                             | donne 10,9 kg de grains | (1)   |
| " de 50 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | 1 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | donna 10,4 kg           | " (2) |
| " de 30 kg K <sub>2</sub> O              | 1 kg K <sub>2</sub> O              | donne 10 kg             | " (2) |

(1) Essai N x compost 1974

(2) Essais multilocaux 1973

Seul. l'azote a quelque chance d'être retenu, et encore à faible dose. Ici encore, la conclusion de l'expérimentateur est dès maintenant & visible ; il préconisera très probablement environ 30 kg/ha de N, soit, dans son contexte, 150 kg/ha de sulfate d'ammonium (soit au prix réel, l'équivalent 210 kg de 14-7-7).

On attend de voir comment, recherchant des nuances dans les résultats aussi bas et imprécis, il va régionaliser ses recommandations, sinon en supprimant purement et simplement l'engrais dans les zones Nord.

Nous serons bien étonné si au terme de l'étude, l'expert est en mesure d'apporter des recommandations qui ne relèvent pas de l'agriculture minière.