

C No 101588
F070
CL0

INSTITUT SENEGALAIS DE
RECHERCHE AGRICOLE

CIRAD-CA

Programme Légumineuses

Programme Cultures
Vivrières Paysannes

OPERATION PHYTOTECHEMIE ARACHIDE

**ETUDE DE LA VARIABILITE DES RENDEMENTS DE L'ARACHIDE
DANS UN VILLAGE DU SUD SINE-SALOUM**

Regard sur la politique d'économie des intrants

P. CLOUVEL

C.N.R.A. - BAMBEY - S.D.I.	
Date	28 sept 1994
Numéro	502/94
Mois Bulletin	
Destinataire	<i>[Signature]</i>

Collaboration technique de
A. FALL et K. N'DAO

Mars 1994

Dieredief Wa Kaolack ag Bambey
fate-uma samay Xaxit fle.



SOMMAIRE

	n°page
1./ Présentation de l'étude	1
1.1/ localisation de l'étude et position du problème	1
1.2./ Protocole	2
2./ Résultats de la campagne 1992	4
2.1./ Pluviosité	4
2.2./ détermination des facteurs de variabilité du rendement	4
2.2.1./ variabilité des pratiques culturales	4
2.2.2./ Les facteurs et conditions du milieu	5
2.2.2.1./ l'eau	5
2.2.2.2./ Le sol	5
2.2.2.3./ Les maladies et déprédateurs	6
2.2.3./ Relations Sol-Plante	8
2.3./ Diagnostic de la variabilité des rendements	a
2.3.1./ Elaboration du nombre de grains/m ²	10
2.3.2./ Elaboration du poids moyen d'une graine	10
2.3.3./ Conclusion.	12
2.4./ Étude des voies d'intensification de la production	12
2.4.1./ la fertilisation minérale	14
2.4.2./ la densité du peuplement végétal	16
2.4.3./ Conclusion	16
3./ Etude pluri-annuelle	20
3.1./ Résultats de 1990	20
3.2./ Résultats de 1991:	22
3.3./ discussion sur la pertinence du diagnostic 1992	22
4./ Considérations sur l'économie des engrais	26
5./ Conclusion Générale	27
Bibliographie	28

ANNEXES

I: analyse des pratiques culturales	30
II: caractérisation des sols de Keur Baka	35
III: relations sol-plante pour l'alimentation minérale	37

Liste des abréviations utilisées:

ns: non significatif

nP/m²: nombre de Pieds par mètre carré

rdGr : rendement en graines tout venant

rdFanes: rendement en fanes

nGr/m²: nombre de grains par m²

p100Gr: poids de 100 Graines tout-venant

MSV/m²: matière sèche végétative par m² (feuilles + tiges + coques vides)

HPS: graines entières triées main, pour l'exportation ou la semence

A+L: argile + limons

MO: matière organique

CEC: capacité d'échange en cations

S: somme des bases échangeables (Ca+ Mg+ K+ Na)

ETR: evapotranspiration réelle

De manière régulière, au cours des travaux effectués dans le cadre de la recherche d'une fertilisation économique de l'**Arachide** dans le Sine Saloum, il a été observé une variabilité des rendements en champs paysans d'une importance au moins égale à celle générée par les traitements dans les essais, et ceci quelques soient les conditions d'hivernage. Cette constatation attire l'attention de l'agronome sur les techniques culturales et états de milieux impliqués.

L'**outil** d'investigation utilisé jusqu'à **présent**, l'analyse de **variance réalisée** sur des essais classiques ou en blocs **dispersés** donne une **réponse** globale sur l'effet d'un traitement mais n'apporte pas d'enseignements sur l'**origine** des effets blocs ni de la valeur du coefficient de variation. Pour les sols en général peu contrastés du bassin arachidier, il est difficile de porter un jugement sur la fertilité d'un champ pris isolément. L'observation du comportement de la plante sur de nombreuses parcelles, permet d'associer une réponse du peuplement **végétal** à une caractéristique du sol. **Grâce** à la décomposition du rendement en composantes, il devient possible de dater l'apparition des contraintes dues aux facteurs limitatifs. Malheureusement, l'avancement des travaux sur arachide ne permet pas encore de descendre plus bas que la différenciation de deux phases, l'élaboration du nombre de graines et le remplissage des graines.

Pour montrer une application de cette nouvelle approche, un cas particulier est traité, celui de l'effet d'une politique d'économie des **intrants** en relation avec les risques climatiques dans le secteur Centre-Sud du Sine-Saloum.

1./ Présentation de l'étude

1.1/ Localisation de l'étude et position du problème

La zone centre-Sud du Sine Saloum, entre Kaolack et Niore représente une région charnière dont les conditions climatiques sont susceptibles de grands contrastes suivant les années. Si l'on se réfère aux résultats d'une étude fréquentielle couvrant la période 1969 - 1987 pour une variété au cycle de 105 jours (D. Annerose, 1990), la probabilité de manifestation d'une sécheresse varie de 69 à 32% du Nord au Sud durant l'ensemble du cycle dont 48 à 32% pour la phase de maturation des graines. Sur le plan agronomique, les conditions d'installation de l'hivernage revêtent un caractère prépondérant; l'arrêt des pluies correspondant avec les premiers jours d'octobre, la concordance entre la saison des pluies et le cycle de la culture dépend de la date de semis. Sur Arachide, la pression de maladies rend impossible sans traitements fongicides la culture de **variétés** à cycle court qui pourraient représenter une alternative en année défavorable (résultats d'observations 1990 et 1992).

La variété cultivée, 73-33, présente une relative souplesse vis-à-vis de la sécheresse mais surtout se comporte particulièrement bien en années moyennes et bonnes. Dans ce contexte climatique, les techniques culturales susceptibles d'intensifier la culture doivent répondre à un double cahier des charges, permettre l'expression du potentiel de la variété quand la pluviosité est satisfaisante sans augmenter la sensibilité de la plante à la sécheresse durant les mauvaises années.

En raison de la répartition spatiale très irrégulière des précipitations, la volonté de s'affranchir de la variabilité des **conditions** climatiques contraint au choix d'une unité géographique de faible étendue. Au niveau du terroir villageois, la dimension restreinte des parcelles et la diversité des conditions d'exploitation garantissent une certaine hétérogénéité des situations de productions. Le village de Keur Baka, au Nord de N'doffane, a été choisi en fonction de sa position centrale dans la zone étudiée et surtout du nombre d'observations disponibles sur trois années consécutives.

1.2./ Protocole

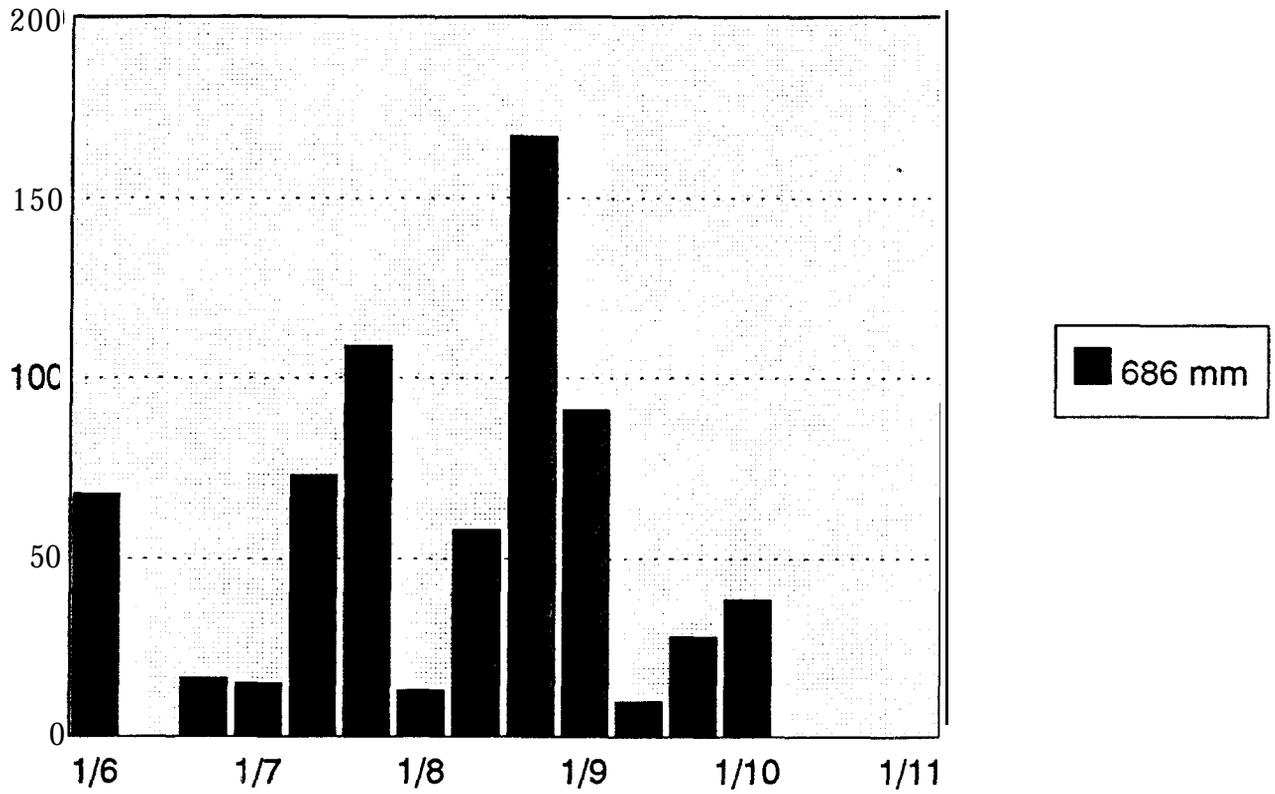
Le choix d'une zone réduite permet de limiter la variabilité climatique spatiale souvent lourde à mesurer et circonscrit le **champ** d'étude à l'inter-action entre les facteurs et conditions du milieu et les pratiques de l'agriculteur.

En 1992, le dispositif mis en place a pour but l'élaboration d'un diagnostic des diverses situations de production rencontrées et d'étudier pour chacune l'effet de la fertilisation. Les observations recueillies en 1990 et 1991 confèrent à l'étude une dimension pluriannuelle.

Travaux 1992.

- Echantillonnage; choix de 30 exploitations sur les critères suivants: producteurs réguliers d'**Arachide**, statuts et niveaux d'équiment variés, répartition des parcelles sur l'ensemble du terroir de keur Baka. Suivi 8e 30 parcelles en rotation Arachide-Mil, semées avec la variété 73-33, d'un cycle de 105-110 jours
- Analyses de la densité de peuplement:
 - * mesure de la **qualité** semencière fin mai (tri des graines puis tests de germination en étuve).
 - * mesure des densités de peuplement à la levée et la récolte.
- Augmentation de la variabilité des conditions d'alimentation minérale: implantation de blocs constitués de micro-parcelles élémentaires de 6 lignes de 12 m. 4 **micro-parcelles** par bloc avec les traitements de fertilisation suivants: O-O-O, o-20-0, o-20-30 et 20-20-30 (unités/ha).
- Analyse des pratiques culturales: notation des dates d'intervention et du niveau d'entretien des parcelles.
- Analyse du niveau d'alimentation minérale sans engrais:
 - * analyse de sol à 5 et 40 cm en fin de cycle (octobre) sur O-O-O.
 - * analyses foliaires au 45ième jour après semis sur O-O-O.
- Analyse des composantes du rendement à la récolte.

fig n°1 : pluviométrie de Keur Baka 1992



2./ Résultats de la campagne 1992

2.1./ Pluviosité

L'histogramme de la pluviosité en 1992 (fig n°1), relevée sur un point central du terroir, montre un démarrage précoce de l'hivernage en fin mai, suivi d'un mois de juin très sec; les premiers mils semés en mai ont dû être ressemés en juillet. Un seul paysan a profité de la pluie de fin juin pour semer l'arachide; tous les autres ont commencé après le 10/7, 65% sur la pluie de 15 mm du 10/7, les autres sur la pluie de 70 mm du 16/7.

La sécheresse de début août, arrivant après de fortes pluies n'a pas nui à la végétation; celle de la deuxième moitié de septembre est survenue en pleine formation des gousses. Avec l'arrêt précoce des pluies le 3/10, le remplissage des gousses s'est fait sur la réserve hydrique du sol.

En terme de comparaison avec les 3 campagnes passées, 1992 est supérieure en quantité d'eau reçue, par contre l'interruption des pluies en juin n'a pas permis une implantation précoce des cultures, décalant le cycle vers octobre dont les premiers jours correspondent à la fin de l'hivernage.

2.2./ Détermination des facteurs de variabilité du rendement

Afin de ne pas alourdir le document, le détail de l'analyse figure en Annexe n°1 à III, seule une synthèse des principaux résultats est présentée dans ce paragraphe.

2.2.1./ Variabilité des pratiques culturales

Les pratiques sont décrites en Annexe I

Tableau n°1: les pratiques culturales

	moyenne	écart-type	extrêmes
date de semis	11-13/7		30/6 à 22/7
densité P/m ²	10.2	2.0	5.1 à 14.3
note advent.	2.2	1.1	1 à 5*

* pression croissante de 1 à 5

La gamme de situation représentée sur le terroir est très variée. Par leur influence sur la consommation en eau du peuplement, les trois facteurs présentés sur le tableau n°1 constituent la principale source de variabilité de l'alimentation hydrique due aux pratiques culturales. Les adventices ne représentent un problème que sur quelques parcelles (5 dont la note est supérieure à 3), le facteur de compétition principal pour la lumière et les éléments minéraux est donc la densité de peuplement. Sur ce dernier point, il faut signaler l'exception de trois paysans, deux encadrés par le PNVA, parcelles 27 et 26, ayant associé une forte densité sur la ligne de semis (1516 cm entre pieds) à un écartement important entre les rangs et le troisième, parcelle 10, ayant cumulé forte densité sur la ligne et entre rangs. Dans le cas général, le mauvais fonctionnement des semoirs (20 cm entre pieds sur la ligne en moyenne) entraîne une réaction de compensation de la part des agriculteurs qui resserrent les inter-lignes pour assurer une certaine densité de peuplement.

↑ EST

15 @ MAMOUR NDIAYE

9 @ BATHIE KA
19 @ SADIO KA

8 @ GUORGUI BA

20 @ MALAL BA

S
Faible

18 @ SAMBA KA N°1

SOULEYE DIALLO

28

7 @ THIANE DRAME

11 @ Demba BA

17 @ MBAYE DIAWO

3 @ NIAGA DRAME

4 @ MAGATTE DJOUKOURE

10 @ MOUSSA DIENG

← NORD

12 @ SAMBA BA

5 @ TAPHA DRAME

→ SUD

14 @ ABDU SAKHO

24 @ NSA DIALLO

23 @ GUORGUI DIALLO

VILLAGE

23 @ MAMATH SAKHO N°2

1 @ ABDU SALL

Zone de Carence
en K.

13 @ ELHADI DRAME
30 @ RAMA DIAGNE

21 @ KEBA MBENGUE

2 @ BAKKA SALL

6 @ NDEYE DRAME

22 @ BOUBACAR NDIAYE

27 @ MAMADOU BAKHAYOKHO

26 @ SIDI DIOP

16 @ MAMATH SAKHO

Echelle - - - - - 1 Km

25 @ MOUSSA DIALLO

↓ OUEST

2.2.2./ Les facteurs et conditions du milieu

2.2.2.1./ L'eau

En raison de l'étendue limitée du terroir (20 km²), une seule mesure des précipitations a été réalisée au centre géographique de celui-ci. Dans l'analyse annuelle des résultats, la variabilité des conditions climatiques est donc **attribuée** aux pratiques culturales et au type de sol.

La simulation de la croissance et du bilan hydrique (D. Annerose 1'990) **réalisée** pour une densité de 12 P/m², 3 dates de semis et deux types de sol, Dior léger et Deck plus lourd, indique un arrêt de la croissance pour les **périodes** de stress hydrique suivantes.

Tableau n°2: résultats de la simulation de croissance

dat Sem	Sol Dior (8% A)	Sol Deck-Dior (12% A)
30/6	7 j post-semis	
12/7	1 j post-semis 5 derniers j du cycle	1 j post-semis
18/7	16 derniers j du cycle	12 derniers j du cycle

D'après ces résultats, la période sèche de la deuxième décennie de septembre n'a pas entraîné d'arrêt du développement; de la même manière, les réserves du sol auraient été suffisantes pour l'accomplissement du cycle complet pour les semis du 12/7 (63% des cas). Par contre en conditions de semis tardif, la fin du cycle aurait été fortement oerturbee par l'épuisement des réserves hydriques. Cette simulation correspond à une situation de station d'essai pour laquelle l'alimentation minérale n'est pas limitative, la densité du peuplement (12 P/m²) et la pression de maladies foliaires n'intervenant pas.

2.2.2.2./ Le sol

Texture

La caractéristique générale de la texture des sols est leur forte teneur en sables, comprise entre 80 et 93%. A l'exception de deux cas, les teneurs en Argile en surface sont nettement plus faibles que celles à 40 cm, ce qui suggère une migration des particules les plus fines. A 40 cm, les teneurs en Argile varient de 5 à 16% avec une moyenne à 10%; les sols situés à l'Est du village ont en général une teneur en argile plus faible que ceux du reste du terroir (voir carte ci contre).

Richesse en éléments minéraux

Tableau n°3: résultats des analyses de sol (5 à 50 cm)

	Moyenne	Ecart-type	Extrêmes
MO %	0.40	0.06	0.31 à 0.54
C/N	9.1	1.02	6.3 à 11.3
P olsen ppm	5,4	2.6	2.2 à 13.2
CEC meq%	1.34	0.34	0.72 à 2.25
pH eau	5.6	0.4	5.2 à 7.3

La répartition des points autour des valeurs moyennes indiquées dans ce tableau met en évidence l'existence d'une gamme variée de disponibilités en éléments minéraux. Une caractérisation des sols du village est présentée en annexe n°II. De manière générale ceux-ci sont pauvres en MO (matière organique) par rapport à leur teneur en éléments fins argile + limons, ce qui révèle une sensibilité générale à la déstructuration et à l'acidification. Les teneurs les plus élevées en P échangeable se rencontrent sur les sols les plus riches en argile. Parmi les facteurs de variabilité, le complexe absorbant permet de discriminer les parcelles sur la valeur de S la Somme des bases échangeables (Ca-t Mg t Kt Na), mais aussi sur la teneur en Potassium, les champs situés à l'ouest du village présentant tous une carence en cet élément. Les plus faibles valeurs de Somme des bases se retrouvent à proximité du village, dans une poche située au Sud-Est; il serait intéressant de relier cette information avec l'historique de mise en valeur des terres ou une particularité des types d'exploitation.

2.2.2.3./ Les maladies et déprédateurs

Parmi les maladies du feuillage, la cercosporiose s'observe dès le mois de septembre de chaque année sur l'ensemble des parcelles en raison de l'omniprésence de l'inoculum. Le développement de la maladie coïncidant avec la phase de remplissage des graines, d'importants dégâts sont occasionnés dont le tableau ci-dessous donne une idée sur la chute des folioles et la réduction du poids moyen d'une graine.

Tableau n°4: effet des maladies foliaires
(essai évolution de la fertilité K. Baka 1991)

Traitement	rdGrain kg/ha	rdFanes kg/ha	nGr/m2 g	p100Gr
NPK + irrig*	355	3300	199	18
NPK + irrig* + fongicide	645	5530	184	35

* parcelles irriguées en fin de cycle

fig n°2: élaboration du rendement 73 33
Keur Baka 1991

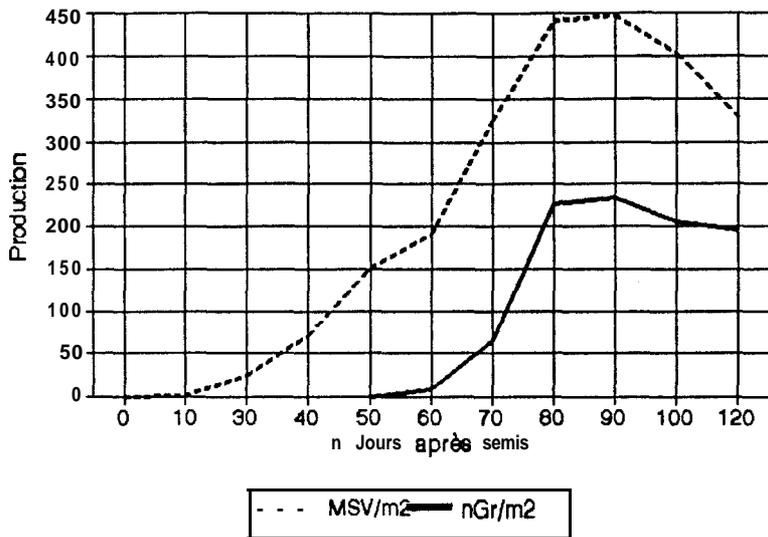


fig n°3: relation rdGr - nGr/m² (T-)

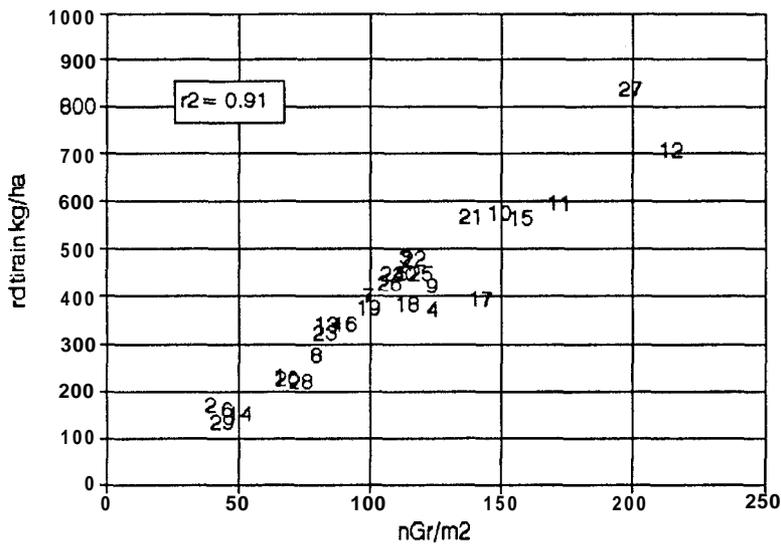
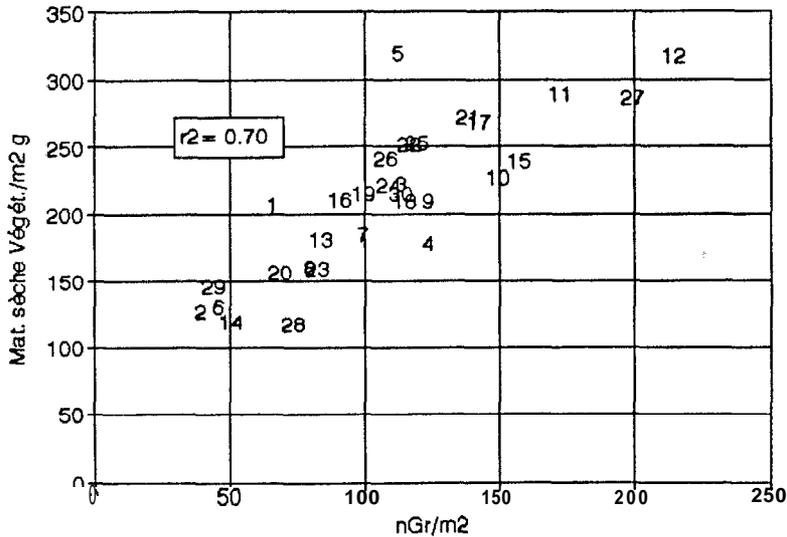


fig n°4: relation MSV/m² - nGr/m² (T-)



Côté déprédateurs, les iules (myriapode) représentent la principale cause de **réduction** des rendements, dévorant les organes reproducteurs humides à tous les stades de formation, jeunes gousses et graines **formées** en perforant la coque. La dépendance du ravageur par rapport à la présence de racines de ligneux en saison sèche occasionne une répartition hétérogène des dégâts dans l'espace, certaines parcelles étant plus attaquées que d'autres.

2.2.3./ Relations Sol - Plante

L'annexe n°III présente les résultats des diagnostics foliaires, réalisés au début de la floraison, en relation avec les niveaux en éléments dans le sol.

L'absence de liaison entre le niveau d'azote dans la plante et dans le sol met en évidence la prépondérance de la forme d'assimilation symbiotique, ce que confirme l'abondance des nodosités trouvées sur les racines à la récolte.

Pour le phosphore, une liaison ténue existe entre P dans la plante et P dans le sol, révélant l'interférence d'autres facteurs. L'influence de la densité du peuplement permet d'expliquer une partie de la dispersion latérale des points, à l'exception de trois cas correspondant à de très faibles niveaux de P dans le sol et la plante et donc à une imprécision maximum du rapport entre ces teneurs. En raison de la fréquence des cas de carence en P en zone tropicale, des indicateurs de niveau de nutrition phosphoré précis ont pu être mis au point (Ollagnier M et Gillier P, 1965), mettant en évidence une carence de la plupart des parcelles du terroir.

Une relation linéaire directe existe entre K dans la plante et K dans le sol ($r^2=0.86$), indépendante de la densité du peuplement.

De la même manière que pour P, une courbe de référence a pu être tracée pour l'alimentation en soufre (Bockelee-Morvan A et Martin G, 1966). La plupart des parcelles sont concernées par des risques de carence.

2.3./ Diagnostic de la variabilité des rendements

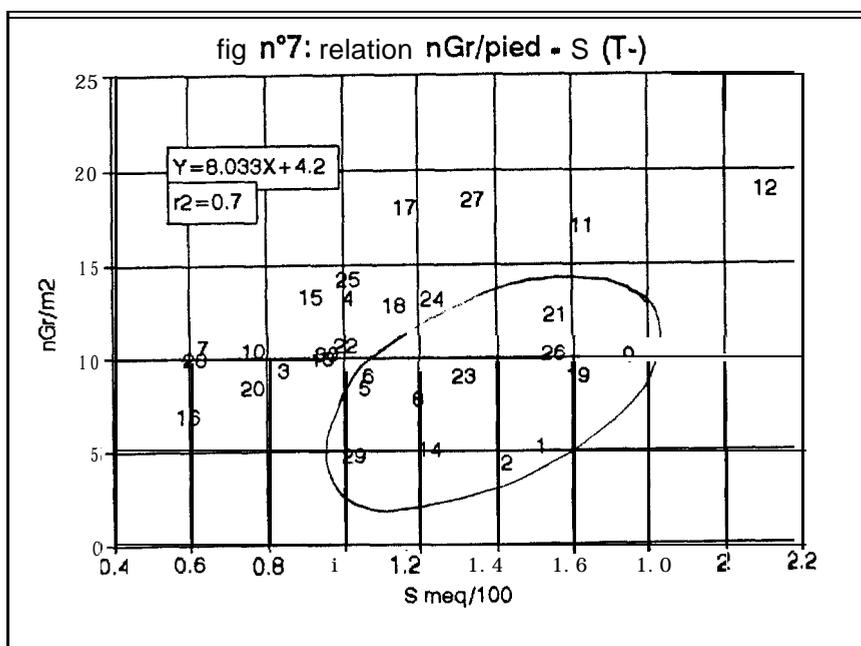
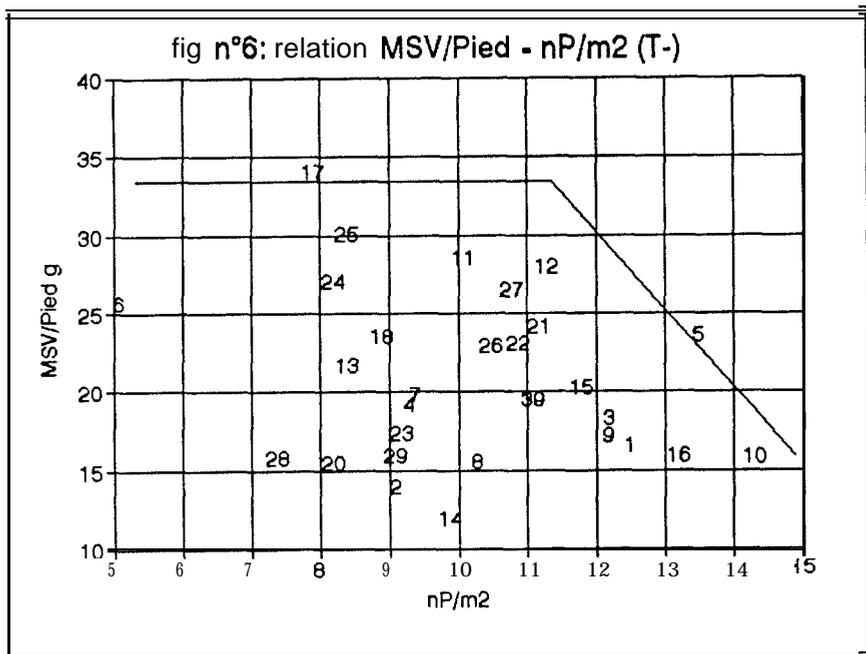
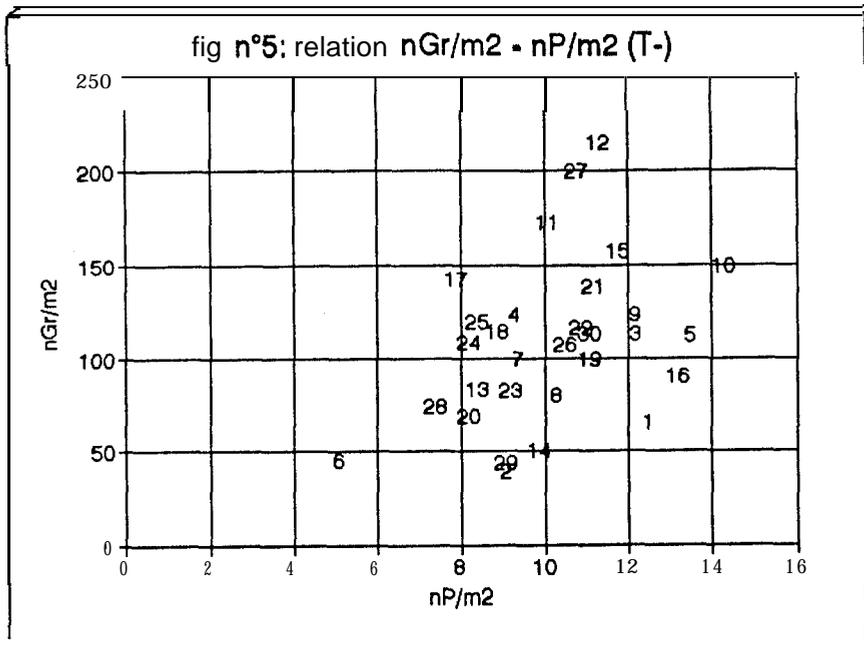
Premier constat, même au sein d'une unité géographique a priori homogène sur le plan climatique (20 km²), les rendements en grain s'étagent de 150 à 900 kg/ha, ce qui révèle une très forte **hétérogénéité** des situations de production. En 1992, même avec le retour du crédit de campagne, environ 80% des champs d'arachide ne sont pas fertilisés, justifiant ainsi l'option de réaliser l'essentiel du diagnostic sur les parcelles sans engrais.

En fonction des données disponibles, le rendement peut s'écrire sous la forme suivante:

$$\text{Rdt} = n\text{Gr}/\text{m}^2 * p100\text{Gr}$$

Cette décomposition permet d'attribuer une part de variabilité à deux phases de développement de la plante, correspondant d'une part à la mise en place des organes reproducteurs et à leur croissance d'autre part.

Pour l'arachide, la difficulté provient du recouvrement dans le temps des phases de développement, les premières fleurs de la variété 73 33 apparaissant 40 jours après semis (jas), alors que l'appareil végétatif se développe encore jusqu'à 90 jas en conditions pluviales; la croissance des graines est continue depuis leur formation, 50 jas pour les premières floraisons jusqu'à 110 jas pour les dernières. Cependant, la figure n°2 (essai fertilisation Keur Baka 1991) permet de distinguer deux phases, l'acquisition du nGr/m² jusqu'à 80-90 jas puis le remplissage des graines de 80-90 jas à la récolte.



2.3.1./ Elaboration du nombre de graines/m²

La relation étroite qui relie rendement et nGr/m² (fig n°3) permet d'attribuer la plus grande partie de la variabilité du rendement à la phase de mise en place des organes reproducteurs. Durant cette phase, l'appareil végétatif aérien se développe également, et la figure n°4 montre la dépendance des deux productions.

Dans ce document, le terme de matière sèche végétative (MSV) est utilisé abusivement pour désigner les fanes plus les coques vides; les fanes sont constituées des tiges sèches plus les feuilles encore présentes à la récolte, les plus âgées étant tombées (sénescence et cercosporiose). La chute de ces organes en fin de cycle enlève de la précision à la MSV/m² récoltée et pose le problème du choix de la variable mesurée à analyser. Dans le cas de conditions de sécheresse sévères en fin de cycle comme cette année, une indétermination est introduite dans l'analyse de la MSV/m². Pour prendre l'exemple de l'influence de la teneur en argile du sol relevée sur le rapport nGr/MSV ($r^2=0.4$), plusieurs interprétations peuvent être proposées: le degré d'abscission des feuilles en relation avec la précocité de l'apparition du stress hydrique, l'influence directe de l'argile sur la nouaison des fleurs (conditions d'hydromorphie temporaires en surface cette année de fortes précipitations) ou encore la profondeur d'enracinement. Pour le type de sécheresse considéré, affectant principalement la fin du cycle, le nGr/m² apparaît donc comme une variable plus satisfaisante.

Parmi les facteurs de variabilité potentiels, le résultat des bilans hydriques écarte à priori l'effet de l'eau dans cette partie du cycle, ce qui oriente les recherches vers les facteurs lumière et éléments minéraux.

De manière générale, le nGr/m² croît avec la densité de pieds/m² (fig n°5), cependant la dispersion latérale du nuage montre l'existence d'une forte variation du nombre moyen de graines par pied.

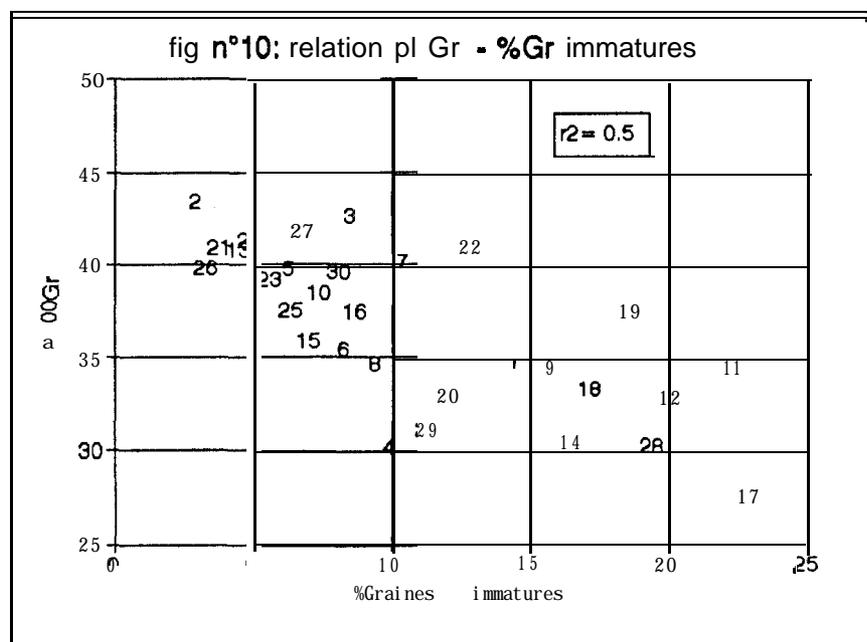
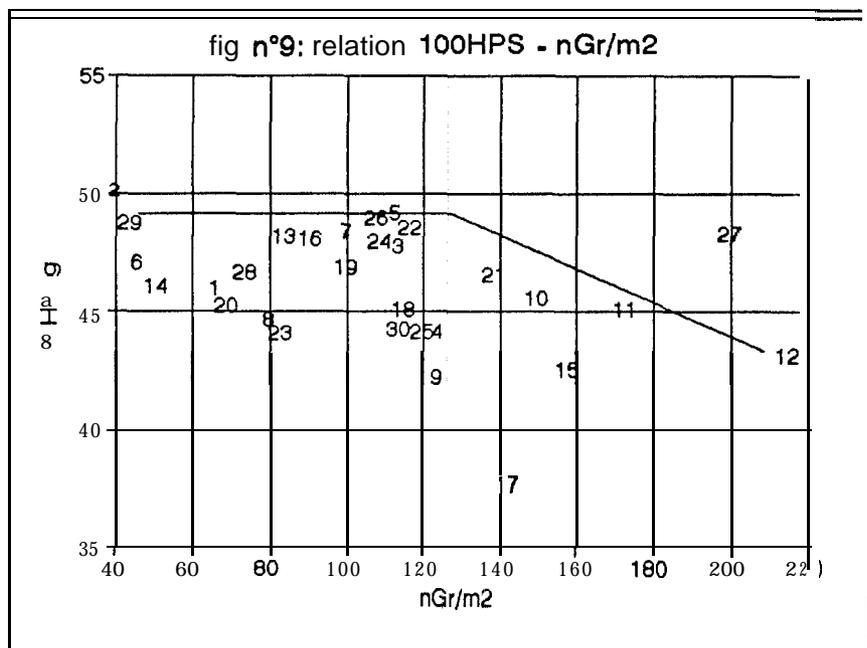
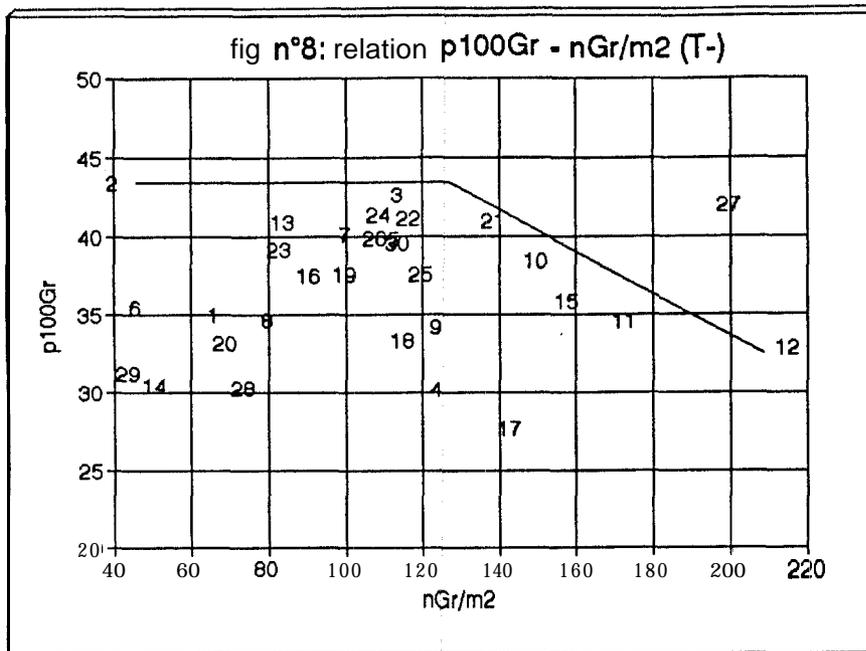
L'infléchissement du nuage délimité par la courbe enveloppe tracée entre MSV/pied et nP/m² (fig n°6) suggère l'existence d'une compétition entre plants au delà de 11-12 P/m², qui ne concernerait que 7 parcelles.

Pour prendre en compte l'alimentation minérale, le nGr/pied est exprimé en fonction de S, somme des bases échangeables (fig n°7). Deux nuages de points se distinguent, l'un constitué de cas pour lesquels une relation linéaire assez satisfaisante est visible. Si on rapproche la liste des points constituant l'autre nuage des cas particuliers de carence, on constate que 9/12 points présentent une faible teneur en Potasse (Ouest du terroir) et que 3/12 correspondent à de faibles teneurs en P dans le sol et la plante (INP < 0.5). Parmi les points exprimant une carence en K, 2 sont également défavorisés au niveau des pratiques culturales (pression d'adventices et date de semis très tardive).

2.3.2./ Elaboration du poids moyen d'une graine.

L'essentiel de cette phase s'étant déroulée en condition de sécheresse, la variabilité du p100Gr peut être en grande partie attribuée au manque d'eau, associé à la cercosporiose en fin de cycle.

La figure n°8 permet de visualiser la relation entre le p100Gr et le nGr/m². Si l'on prend comme valeur limite 43 g pour le p100Gr, plusieurs parcelles présentent un p100Gr anormalement bas; d'autre part et à l'exception du point 27 (parcelle PNVA) un infléchissement du nuage s'observe au delà de 120 graines/m². Deux observations permettent de préciser ces observations, le poids moyen de 100 graines bien formées triées main (HPS sur la fig n°9) et la présence de graines faillées dans la récolte (fig n°10).



Dans ses travaux sur les mécanismes d'adaptation à la sécheresse de l'arachide, D. Annerose (1990) montre l'existence d'une voie préférentielle de distribution des assimilats vers les premières gousses formées, au détriment des plus récentes; l'intensité de ce phénomène se traduit par la proportion de graines faillies. L'auteur ayant travaillé sur gousses et dans un site où la pression de maladies foliaires est moindre (CNRA de Bambey), l'origine de la réduction du poids de 100 graines bien formées (HPS) n'est pas spécifiquement abordée. On peut cependant avancer l'hypothèse d'un ajustement par la plante du remplissage des graines en fonction de leur nombre et de l'indice foliaire réduit par la cercosporiose et la sécheresse. En rapprochant ces résultats des facteurs mesurés susceptibles d'avoir influencé l'alimentation hydrique, le tableau de causalité suivant peut être dressé pour les parcelles affectées.

Tableau n°5: grille de causalité pour les faibles p100Gr (parcelles identifiées par leur numéro)

	réduction du poids de 100HPS	faillies > 15%
semis tardif	4	1.4 - ô a
MSV > 250 g/m ²	10 - 11 - 12 - 15 17 - 21	3.1 - 12 - 17 1.8
(A + L) < 10%	11 - 12 - 1.7	1.1 - 12 - 17 3.8 - 19 - 28

La concordance entre les faibles valeurs du p100Gr et les facteurs défavorables vis-à-vis de l'alimentation hydrique permet de vérifier l'hypothèse avancée sur le rôle de l'eau.

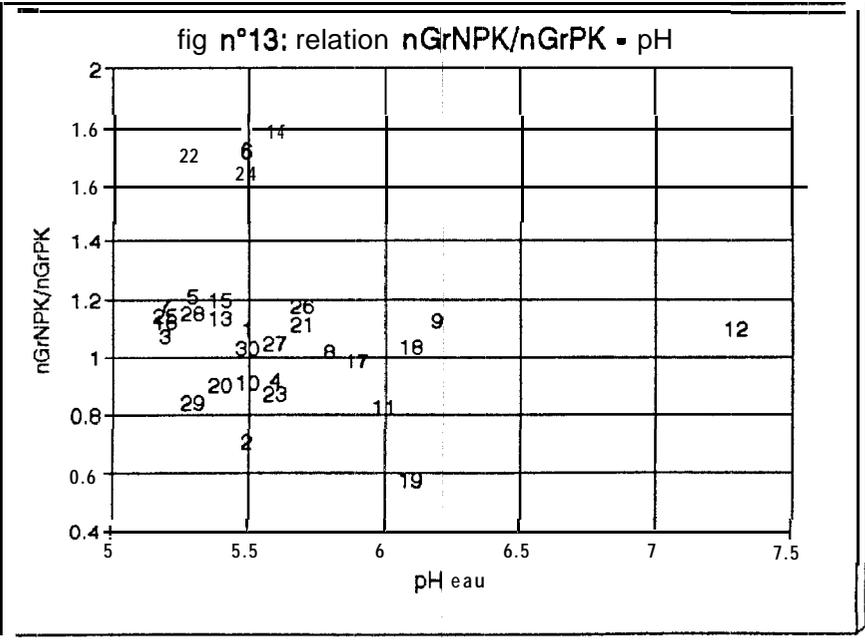
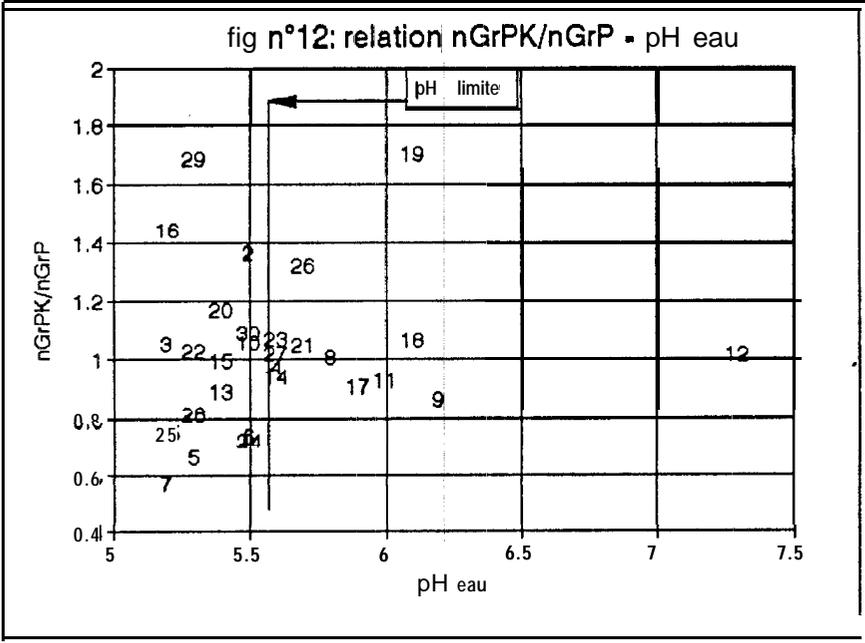
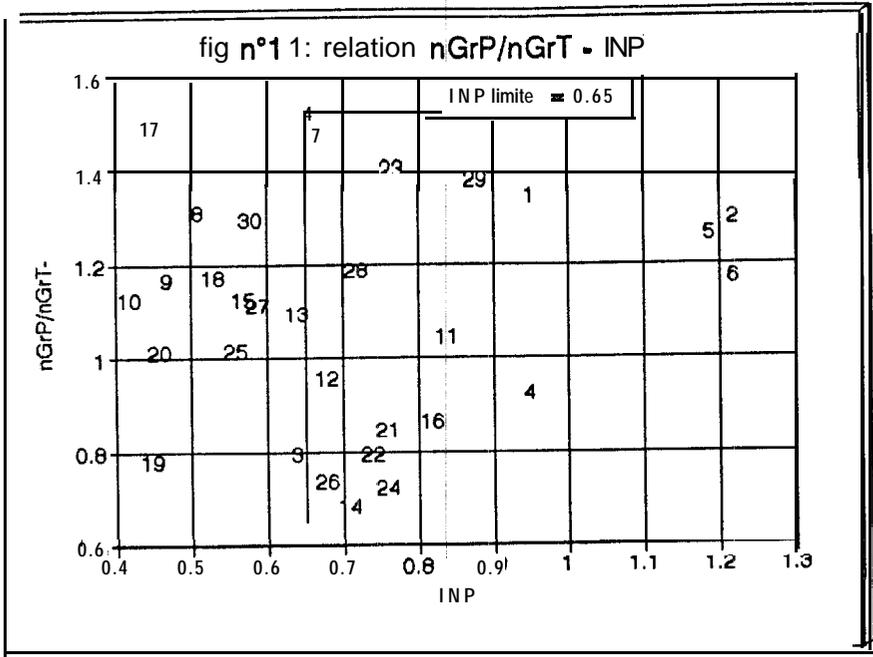
2.3.3./ Conclusion

La production de graines est liée principalement à la densité du peuplement en relation avec l'alimentation minérale. Sur les 30 parcelles de l'échantillon, l'alimentation minérale apparaît comme facteur limitant dans 26/30 des cas, ce qui montre l'importance du problème de la fertilité des sols dans ce village. On pourra noter que l'effet des pratiques culturales autres que la densité de semis ont peu influé sur le nGr/m², mauvais entretien et semis très tardif pour 2/30 parcelles. La sanction climatique principale a donc eu lieu sur l'élaboration du p100Gr avec l'arrêt des pluies en début d'octobre.

Le dysfonctionnement de la plupart des semoirs génère un fort écartement sur la ligne de semis; dans ces conditions, la mise en évidence d'un nGr/m² limite au delà duquel le rendement en HPS (bonnes graines) n'augmente pas pose le problème de l'intensification de la production lors d'hivernages ne permettant pas de semer avant mi-juillet.

2.4./ Etude des voies d'intensification de la production

Pour tenir compte du couperet que représente l'arrêt des pluies en octobre, les techniques à étudier doivent tendre vers une précocité de la mise en place du nGr/m² dans le but de réduire la période de sensibilité de la plante vis-à-vis de la sécheresse en fin de cycle.



Parmi les techniques directement accessibles avec la variété 73-33, le paysan dispose d'une certaine marge de manoeuvre pour optimiser sa production, principalement au niveau de la fertilisation minérale et de la technique de semis.

2.4.1./ La fertilisation minérale

A priori, l'augmentation de la biomasse aérienne s'accompagne d'un accroissement des besoins en eau instantanés et doit conduire à un épuisement précoce des réserves en eau du sol; dans la pratique, l'action des engrais est plus nuancée. L'apport d'éléments en carence dans le sol offre le moyen de vérifier les résultats du diagnostic réalisé sans engrais.

tableau n°6: résultats des essais de fertilisation 1992

Trait	N-P-K	MSV/m2	rdGr	nGr/m2	p100Gr	rdHPS
a						
b	0-0+0-0	210c 230b	400 440	109b 117ab	36.7b	290 255
d	0-20-30	230b	430	118ab	36.1b	255
D	20-20-30	245a	445	125a	35.733	215
cv%		11.5	17.3	15.3	5.9	21
F		9**	ns	4*	7**	ns

Effet sur le nGr/m2

En relation avec la densité du peuplement et le niveau de cet élément dans le sol, une carence quasi-générale des plantes en Phosphore a été montrée précédemment. L'apport de 20 unités de P₂O₅ se traduit par une augmentation du nGr/m² sur 9 parcelles dont l'INP est inférieur à 0.65 (fig n°11). Sur les 3 cas particuliers révélés par le diagnostic, deux sont effectivement améliorés par l'apport de P, le point 19 étant quant-à lui défavorisé par la concurrence avec: les adventices.

Pour les 9 parcelles dont l'INP est compris entre 0.6 et 1 et pour lesquelles l'apport de P ne s'accompagne pas d'un accroissement de la production, 3 hypothèses peuvent être avancées: l'insuffisance de la dose d'apport en P, l'existence d'autres facteurs limitatifs ou la conjonction des deux. Le dispositif expérimental mis en place ne permet pas de répondre à la question sur la dose de phosphore apportée.

Concernant la potasse, une carence a été mise en évidence sur les sols situés dans la moitié Ouest du terroir. L'apport de 30 unités de K n'a d'effet positif que sur quelques unes de ces parcelles (6/9 parcelles révélées par le diagnostic) mais a surtout un effet dépressif dans de nombreux cas. Ce résultat est à rapprocher du rejet par les agriculteurs de la région de la formule d'engrais dernièrement vulgarisée 0-15-20. L'observation d'une décoloration momentanée du feuillage à la suite des épandages d'engrais en 1990 et 1992 évoque un problème de nutrition azotée; la fréquence des cas de toxicité en condition de pH < 5.5 (fig n°12) tendrait à supposer un effet d'acidification momentanée dû au KCl dans les sols faiblement tamponnés, ce qui nuirait au bon développement des nodosités. La réponse positive à l'apport d'azote vient étayer cette hypothèse (fig n°13).

Effet sur le remplissage des grains

La courbe représentant le p100Gr en fonction du nGr/m² tout-venant visualise bien l'effet des divers traitements (fig n°14).

Le phosphore augmente significativement le remplissage des grains de la plupart des parcelles et permet de dépasser la barre des 120 gr/ha limite observée sur les parcelles semées à fort écartement sur la ligne et sans engrais. Une bonne densité sur la ligne associée à un semis précoce permettent d'atteindre de bons rendements (parcelles 10 et 27).

Les problèmes d'azote induits par l'apport de KCl retardent le cycle de la plante, la rendant particulièrement sensible à la sécheresse lors du remplissage des graines. L'apport d'Azote augmente les besoins en eau de la plante qui épuise précocement les réserves du sol. Le comportement très contrasté des parcelles 10 et 27, différant par la densité de Pieds/m² pour un même écartement entre pieds, vis-à-vis de l'apport d'Azote illustre bien ce phénomène (parcelle 27 semée à 11 P/m² et parcelle 10 à 14 P/m²).

Une remarque peut être faite sur le rôle de l'engrais en formulation économique. La bonne corrélation existant entre le nGr/m² avec NPK et le témoin non fertilisé (fig n°15) met en évidence la limite d'action de l'engrais pour la correction d'un milieu dégradé.

2.4.2./ La densité du peuplement végétal

En l'absence de carences marquées en K et P, la relation linéaire qui relie S, somme des bases échangeables et le nGr/pied des parcelles non fertilisées suggère la possibilité de tracer des courbes "d'iso-fertilité" pour prédire le nGr/m² en fonction de la densité. L'existence d'une corrélation entre le témoin et les 3 traitements fertilisation ($r^2=0.67$ pour PK à 0.77 pour P) permet de considérer que la hiérarchie des points est respectée dans l'épaisseur du nuage de la représentation nGr/m² - nP/m², tous traitements confondus. Pour limiter le nuage, deux courbes enveloppes peuvent être tracées, correspondant pour celle du bas à une alimentation minérale déficitaire et pour celle du haut aux parcelles les mieux pourvues (fig n° 16).

Les différents traitements apparaissent peu différenciés, seul NPK (D) modifie la position de l'enveloppe supérieure par rapport au témoin (a), ce que montrait déjà l'analyse de variance.

Plus intéressant sur l'aspect qualitatif de la production, la teneur de la récolte en graines faillies (immatures) diminue avec le nP/m², c'est-à-dire avec l'augmentation de la compétition pour la lumière (fig n°17); on peut ainsi constater que pour une densité de 13 P/m², la teneur en graines faillies est 2 à 3 fois moindre que pour 8 P/m². Ce résultat est confirmé par les travaux menés en 1991 et 1992 à Nioro, (P. Clouvel, en cours de rédaction).

Pour bien comprendre le phénomène, prenons le cas d'un peuplement à faible densité et en l'absence de facteurs limitatifs d'alimentation; la floraison s'étage sur les rameaux secondaires jusqu'à l'obtention d'une forte charge de fruits d'âges très divers par pied; toute cause de réduction de la photosynthèse génère alors une concurrence entre graines sur le même pied. A l'inverse, la compétition entre pieds entraîne une réduction du nGr/pied, ce qui se traduit au niveau du peuplement par une augmentation de la proportion de gousses formées tôt.

2.4.3./ Conclusion

Un certain nombre d'enseignements peuvent être tirés sur l'effet de la fertilisation et de la densité du peuplement. En conditions de semis tardif, mi-juillet, seul l'apport de Phosphore améliore les deux composantes du rendement nGr/m² et p100Gr dans les conditions de sol de Keur Baka. La toxicité de la forme d'engrais potassique utilisée (KCl), principalement en cas de sécheresse consécutive à l'épandage, induit sur les sols à tendance acide une carence passagère en azote. Le développement

végétatif dû à l'apport d'azote augmente les besoins en eau du peuplement qui épuise précocement les réserves du sol.

A partir d'un certain niveau de densité, une compétition s'intabre au sein du peuplement dont le résultat est d'augmenter le pourcentage de gousses apparues tôt. Dans l'échantillon de parcelles paysannes, seuls deux cas présentent un écartement entre pieds inférieur à 16 cm; la précocité de l'apparition des phénomènes de compétition entre pieds explique le comportement particulier de ces deux points vis-à-vis du remplissage des graines (fig 14).

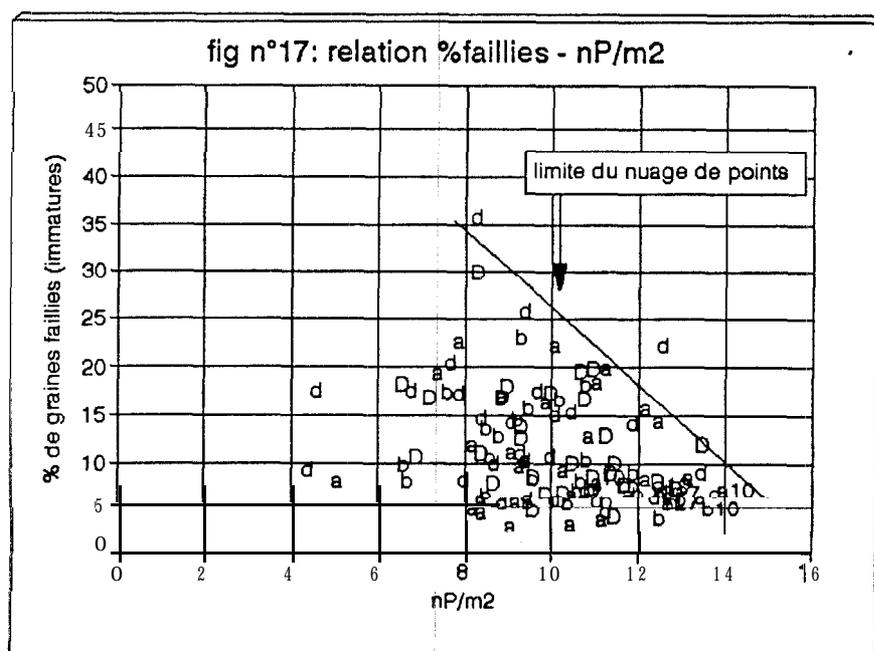
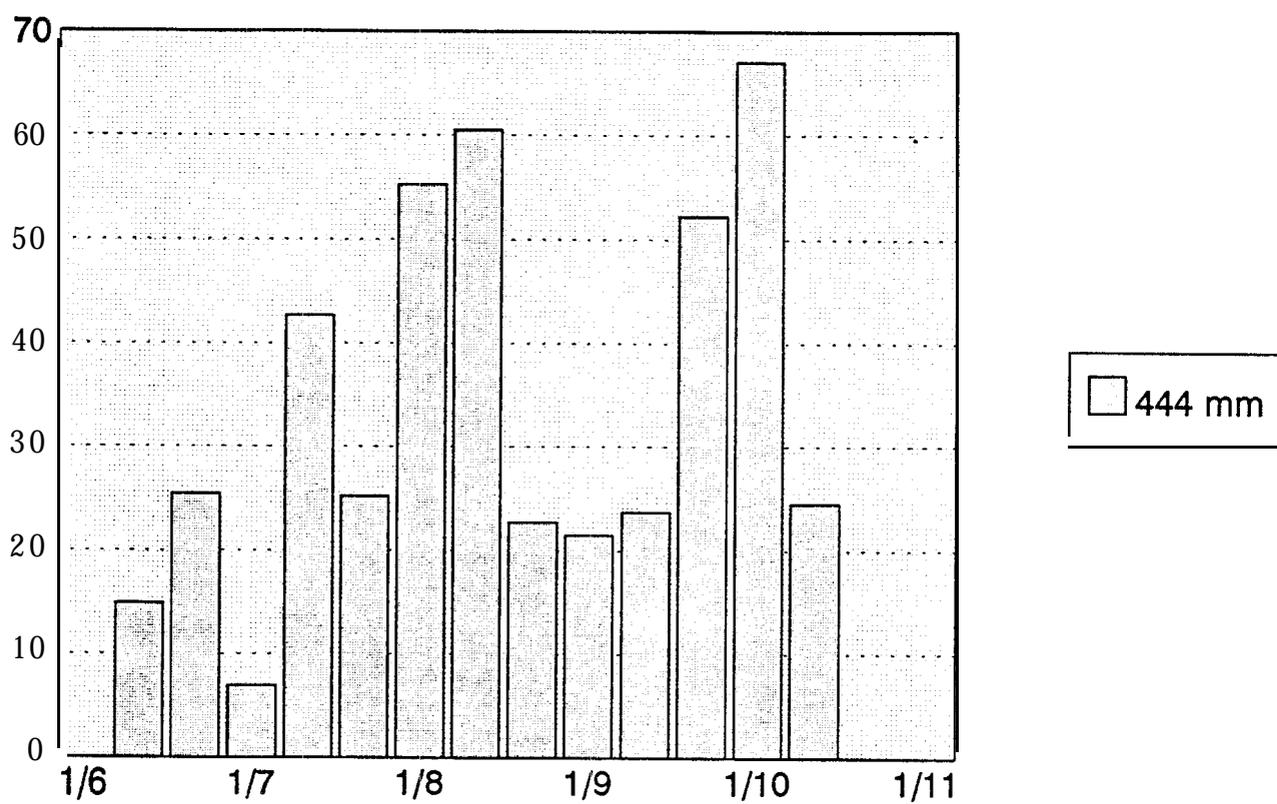
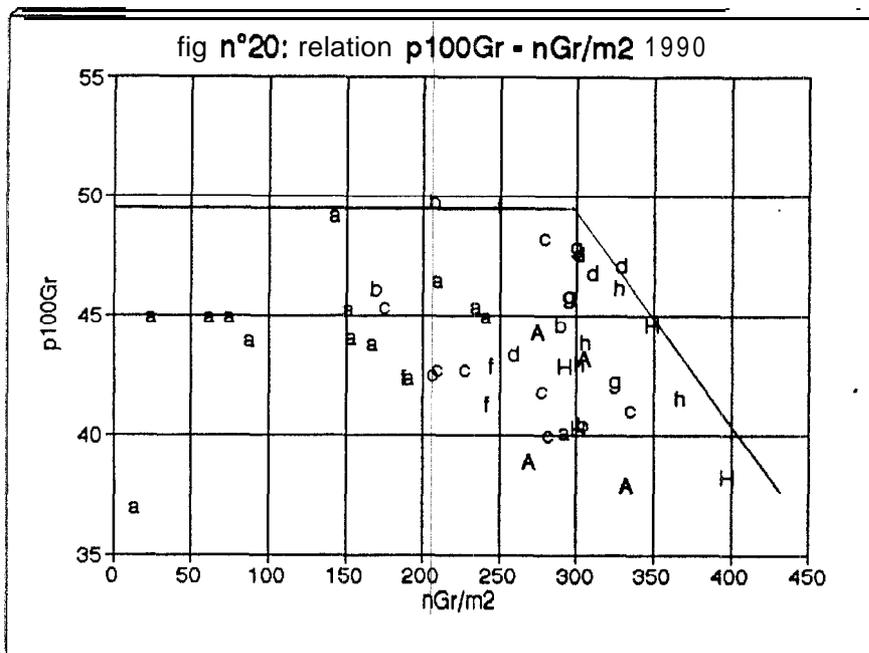
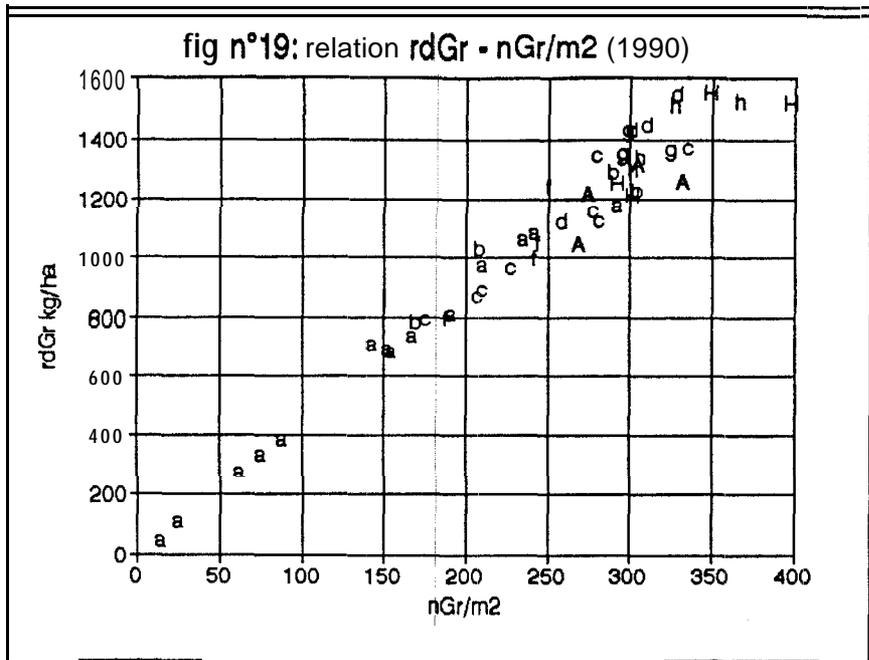


fig n°1 8: pluviosité de Keur Baka 1990





3./ Etude pluriannuelle

Sur le plan agronomique, 1990 et 1991 se distinguent entre elles et 1992 par la quantité et la régularité de la pluviosité ainsi que par les conditions hydriques lors du déroulement de la maturation. Cette variabilité permet de tester les hypothèses avancées en 1992.

3.1./ Résultats de 1990

L'histogramme de la pluviosité enregistrée en 1990 (fig n°18) montre la précocité de l'installation de l'hivernage ainsi que la prolongation de celui-ci en octobre. La simulation du bilan hydrique réalisée sur plusieurs dates de semis (30/6 à 16/7) révèle un taux de satisfaction des besoins hydriques (ETR/ETM) supérieur à 83% sur l'ensemble du cycle, avec une phase de maturation toujours supérieure à 93% et l'existence de problèmes en fin de floraison utile sur les premiers semis (sources, service de Bioclimatologie ISRA Bambey).

Les données disponibles concernent un essai fumure sur un champ peu distant de la parcelle 1 de 1992, ainsi que divers tests de densité en parcelles paysannes dispersées sur le terroir.

Tableau n°7: résultats de l'essai fertilisation 1990

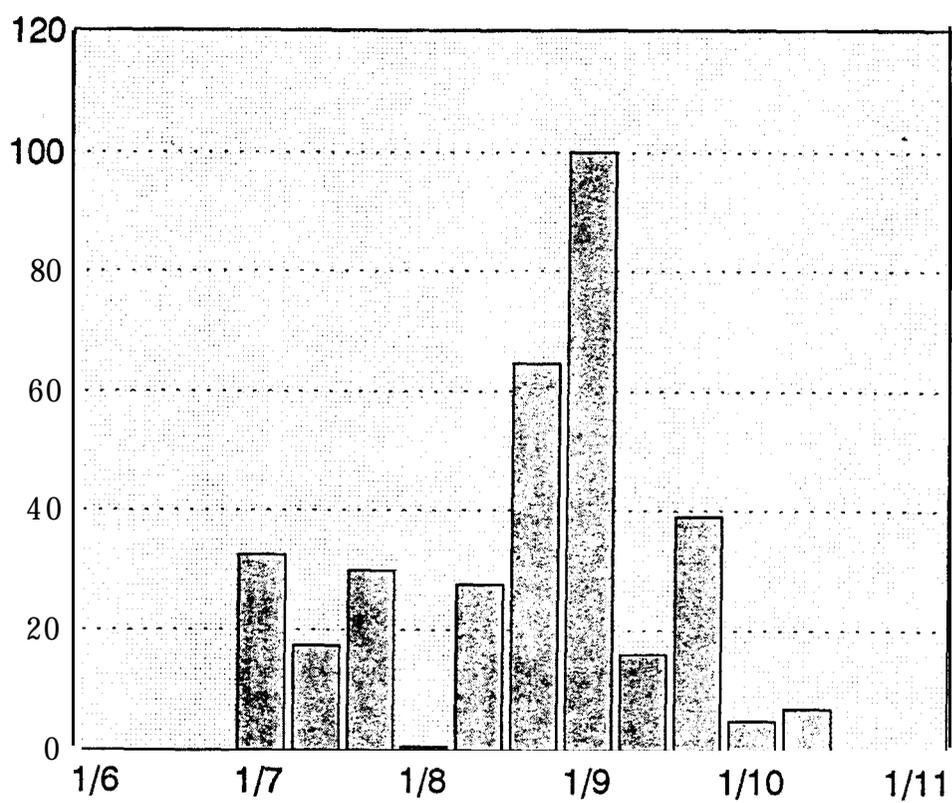
Trait	N-P-K	rdGr	nGr/m2	p100Gr	rdHPS
a	0-0-0	1080 ab	246 bc	44.3	205
b	0-15-0	1090 ab	243 bc	45.3	200
c	0-15-15	1260 ab	294 abc	42.9	220
d	0-15-30	1395 a	301 ab	46.2	280
e	0-30-0	1025 b	232 c	44.1	190
f	0-30-15	1385 a	305 abc	45.5	310
g	0-30-30	1425 a	326 ab	43.7	260
A	10-0-0	1215 ab	296 abc	41.1	260
G	10-30-30	1390 a	336 a	41.5	260
F		4.3 **	4.1 **	ns	2.2 *
cv%		12	13	7	22

L'analyse faite en 1990 sur le rendement en gousses concluait à l'absence d'effet de l'azote et du phosphore ainsi qu'à un effet hautement significatif de la potasse.

La décomposition du rendement modifie sensiblement cette interprétation. Sur la fig n°19, l'effet de l'azote apparaît au contraire prépondérant sur le nGr/m2, ce que confirme l'analyse de variance réalisée par la suite.

En conditions hydriques non limitatives, le nuage de points représentant la relation entre le nGr/m2 et le p100Gr apparaît peu dispersé et divisé en deux secteurs limités par la valeur limite de 275 Gr/m2; en deçà de cette valeur, le p100Gr est proche de la valeur nominale de la variété (50 g), au delà le p100Gr chute de façon très nette (fig n°20). Ce phénomène indique que même en conditions hydriques satisfaisantes, une compétition entre graines s'instaure au delà d'un certain nGr/m2, la pression de maladies foliaires étant certainement déterminante à ce niveau.

fig n°21 a: pluviométrie de Keur Baka 1991



3.2./ Résultats de 1991:

L'histogramme de la pluviosité de 1991 montre un démarrage relativement tardif de la campagne associé à un arrêt précoce des pluies en fin septembre. Les simulations du bilan hydrique réalisées avec le logiciel ARHABY (D. Annerose 1990), indiquent un arrêt de la croissance des plante pendant la période sèche de début août, 14 jours pour les premiers semis du 12/7 comme ceux du 21/7. Ce retard accumulé sur la floraison vient aggraver l'effet de l'arrêt précoce des pluies, entraînant l'épuisement des réserves hydriques du sol respectivement 13 et 22 jours avant la fin du cycle pour les premiers et derniers semis.

Les données disponibles concernent un essai fertilisation, réalisé en blocs dispersés sur 15 parcelles réparties dans le terroir, dont 10 semées en 73-33.

Tableau n°8: résultats de l'essai fertilisation 1991

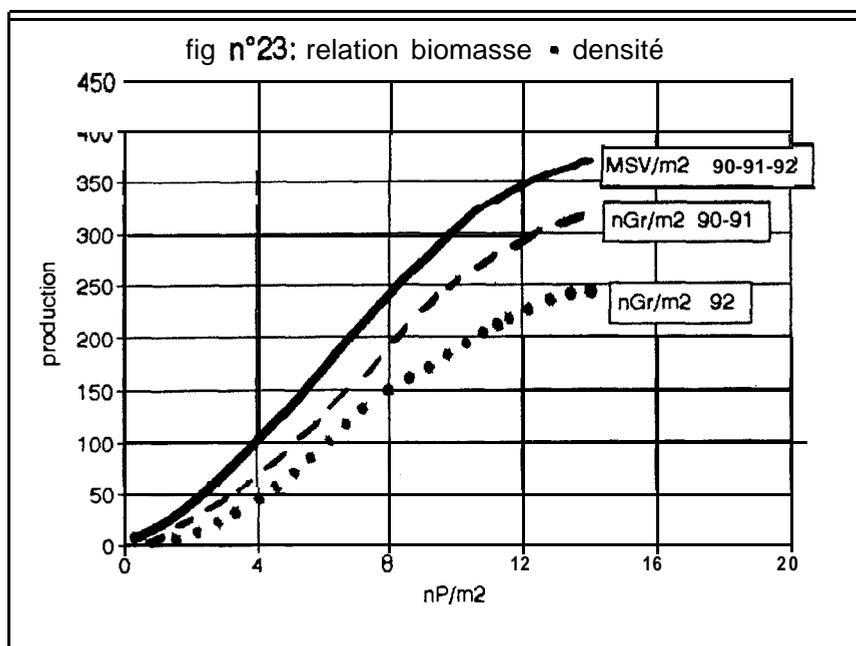
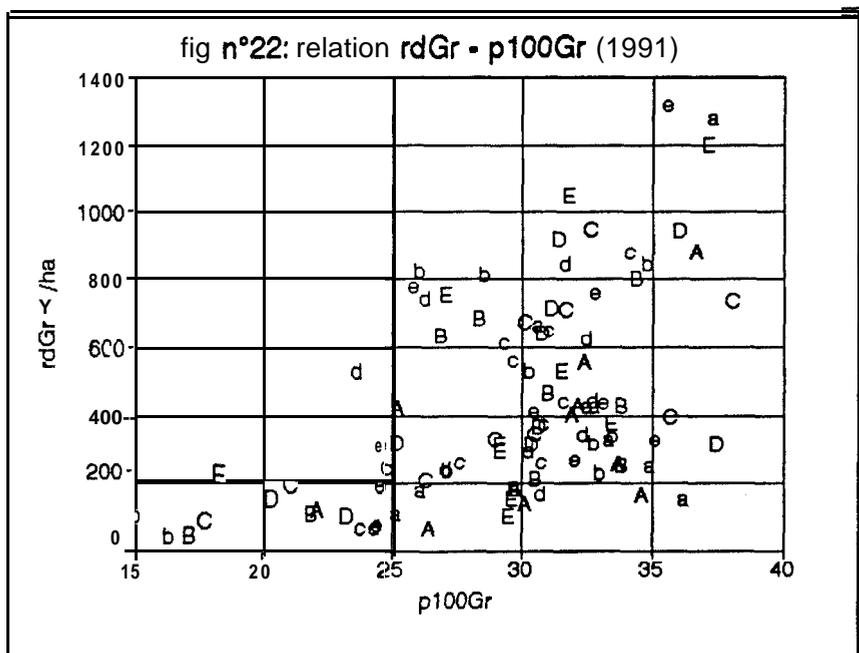
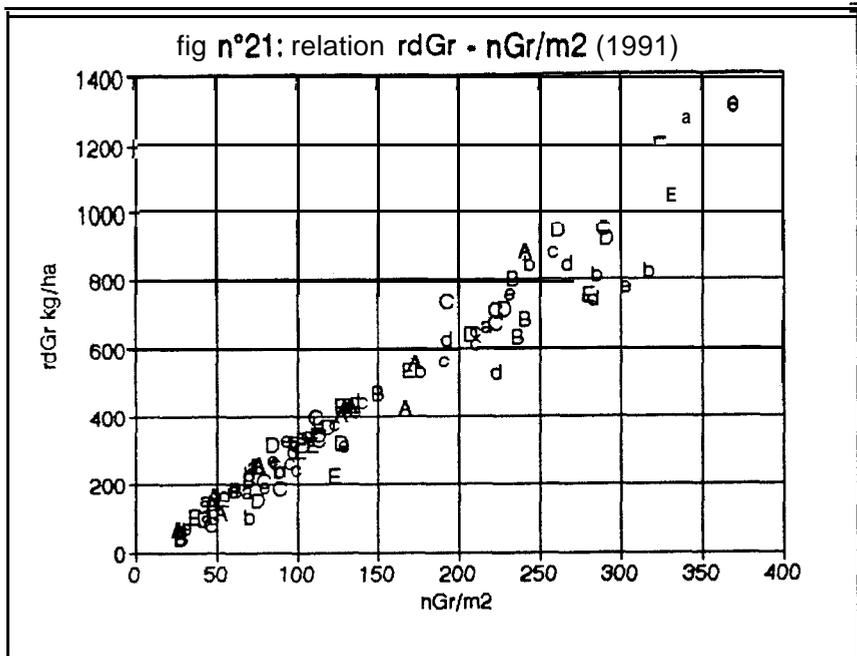
Trait	N-P-K	rdGr	nGr/m2	p100Gr	MSV/m2
a					
b	0-0-0	405 430	122 148 b ab	31.9 27.8	130 165
c					
d	o-20-15 o-20-30	440 430	145 149 ab ab	29.4 29.2	170 155
h	0-10-30	495	160 a	29.9	160
A	10-0-0	345	110 b	30.5	140
B	10-20-0	385	128 ab	28.8	150
C	10-20-15	465	149 ab	29.4	160
D	10-20-30	480	155 ab	29.7	165
ii	10-10-30	505	164 a	29.7	170
cv%		16	14	10	19
F		ns	3.7*	3*	ns

L'analyse de variance conclut à un effet significatif de P+ K sans effet de l'azote sur le nGr/m2.

Les figures n°21 et 22 montrent que le rendement est expliqué principalement par le nGr/m2, avec contrairement à 1990 une part non négligeable du p100Gr.

3.3./ discussion sur la pertinence du diagnostic 1992

Sur le plan agronomique, les trois années considérées couvrent les principales situations d'hivernage décrites dans l'étude fréquentielle 1969 - 1966: 1990 année de référence sans accident climatique majeur, 1991 marquée par plusieurs épisodes secs durant le cycle et 1992 par une sécheresse de fin de cycle succédant à une forte pluviosité. Une autre remarque peut être faite sur la grande variabilité des états de milieu et des techniques rencontrés sur une unité géographique aussi restreinte qu'un terroir villageois; si cette caractéristique des milieux tropicaux autorise une économie de moyens pour la conduite d'une étude, en contre-partie elle complique le conseil individuel à l'agriculteur.



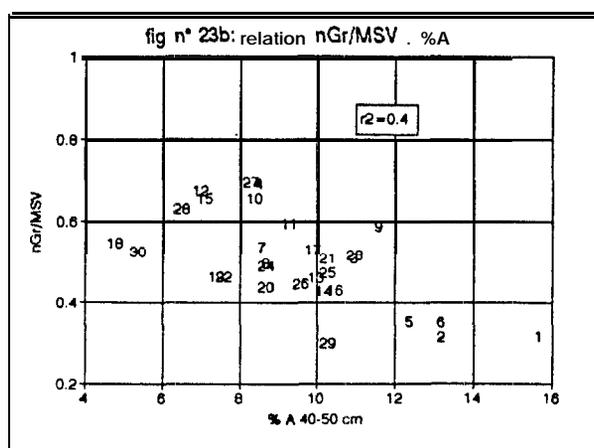
Les courbes enveloppe supérieure des nuages représentant la **MSV/m²** et le **nGr/m²** en fonction de la densité donnent une idée du comportement du peuplement végétal en conditions optimales d'alimentation minérale et de pratiques culturelles sur le terroir. En **tracant** ces courbes pour les trois années, on constate que la **quantité de biomasse végétative** produite d'une année à l'autre varie peu alors que le **nGr/m²** est très dépendant des conditions climatiques (fig n°23). Cette observation pose le problème du choix de la variable la plus pertinente pour comprendre l'influence des facteurs du rendement sur la phase de développement végétatif. L'option **nGr/m²** choisie pour le diagnostic tient compte de deux éléments, l'absence de références sur l'élaboration du rendement au niveau de la plante elle-même (rameau et inflorescence) et l'existence régulière d'une corrélation entre **nGr/m²** et **MSV/m²** si on écarte les semis très tardifs ($r^2=0.7$ pour les trois années). Des travaux sont en cours au Burkina Faso sur l'élaboration du rendement, qui **permettront** l'analyse des profils de récolte relevés mais non exploités dans cette **étude**. Sans éléments de datation des contraintes, il est difficile de relier le **nGr** à un évènement explicatif, d'ordre climatique ou autre.

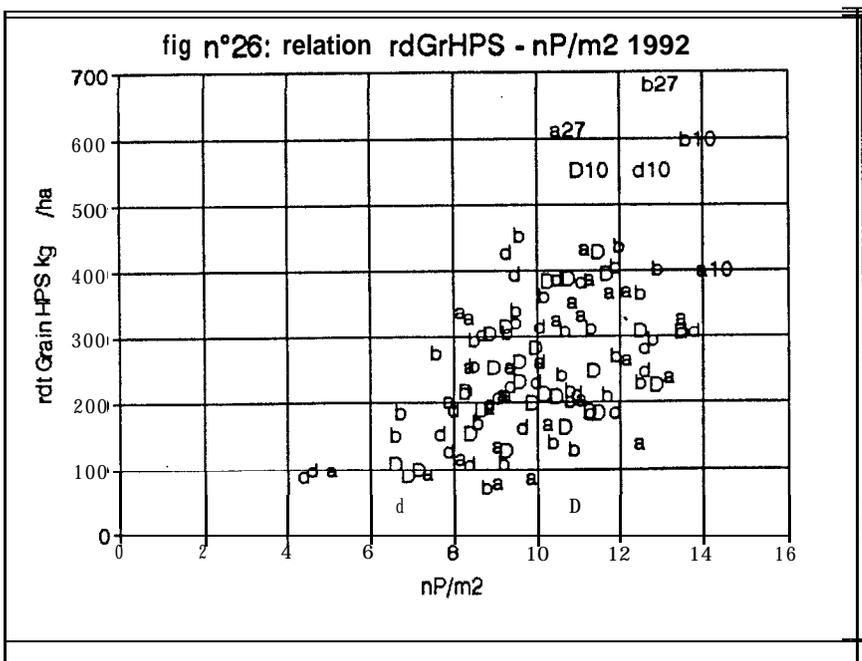
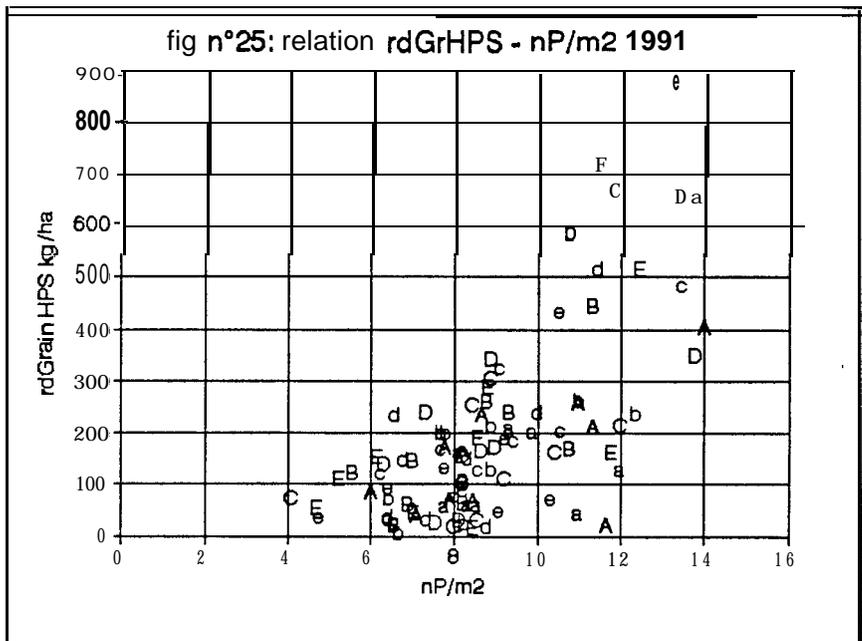
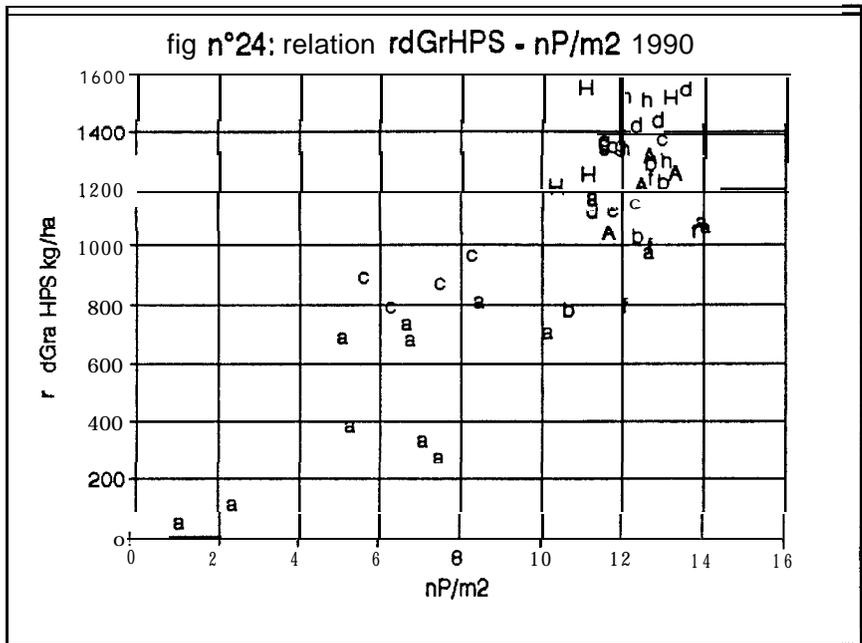
1992 se distingue des deux années précédentes par le niveau de pluviosité. Pour expliquer le faible niveau de **nGr/m²** observé cette année là, plusieurs origines peuvent être évoquées: d'une part d'ordre chimique du au lessivage du profil, d'autre **part** physiologique en réponse à la, sécheresse de **début** septembre et enfin **mécanique** sur la floraison. La stabilité du développement végétatif d'une année à l'autre, milite plus pour l'un des deux derniers phénomènes; l'observation faite en 1992 sur l'influence négative de la teneur en argile du sol pourrait appuyer l'hypothèse d'une action mécanique de l'eau en excès temporaire en surface (fig n°23b).

Les données recueillies en 1990 et 1991 ne comportant pas d'analyses de sol, il n'est pas permis de confirmer les résultats de 1992 sur la fourniture du sol. Le diagnostic foliaire réalisé en 1990 amène un complément d'information sur le rôle du potassium apporté par l'engrais, une corrélation entre la teneur des feuilles en K et le **nGr/pied** ayant été trouvée ($r^2=0.54$); ceci confirme l'origine de la hiérarchie verticale des points au sein des nuages de la représentation du **nGr/m²** en fonction du **nP/m²**, attribuée au niveau d'alimentation minérale pour la signification des courbes enveloppe dans le diagnostic 1992.

Une critique peut être formulée sur l'absence de résultats à forte densité de semis, qui ne permet pas de préciser l'allure des courbes au niveau du changement de courbure précédant la phase asymptotique de production en fonction du **nP/m²**. Les données 1992 fournissent un seul exemple de densité supérieure à **14 P/m²**, qui est d'ailleurs sanctionnée par la sécheresse sur le remplissage des graines en **présence** de NPK (parcelle 10). D'autre part, il paraît peu réaliste de proposer aux agriculteurs un investissement semencier supérieur à **120 kg gousse /ha** auquel ils sont habitués et qui correspond à une densité de **13 P/m²**.

La décomposition du rendement permet d'isoler le **p100Gr** qui rend bien compte de l'effet des conditions climatiques en fin de cycle.





4./ considérations sur l'économie des intrants

Pour l'agriculteur, les **principaux** intrants sont de trois ordres, les semences, le produit de traitement des semences et l'engrais. On l'a vu, un quatrième intrant serait nécessaire en conditions de fin de cycle humide, la protection fongique du feuillage; d'un point de vue financier, cette pratique n'intéresse que les **sociétés** productrices de semences. On écartera également l'option d'économie sur le fongicide semence, les essais menés à Keur Baka en 1990 ayant montré la virulence d'**Aspergillus niger** comme principal agent de la fonte des semis,

Le problème majeur de la production d'arachide au Sud Sine-Saloum peut se définir comme une course entre le remplissage des graines et la **sécheresse** associée aux maladies foliaires.

A ce titre l'observation du rendement en graines HPS (kg/ha) en fonction de la densité pour les trois campagnes apporte une réponse **synthétique** au problème de l'agriculteur (fig n°27, 28 et 29). L'interprétation de ces **figures** est rendue possible grâce à la forte dépendance des rendements graines tout-venant et HPS triées à la main ($r^2=0.84$) et donc à la conservation de la hiérarchie entre points décrite dans le diagnostic. La sécheresse de fin de cycle sanctionne particulièrement les peuplements à faible densité, ce qui se traduit par l'infléchissement des nuages de points en 1991 et 1992. Si l'on considère la médiane des nuages, l'augmentation de densité de 8 à 13 p/m² permet de tripler à quadrupler la production utile en année **sèche** alors que le ratio n'est que de 2 en bonne année. Ce constat va tout à fait dans le sens de la stratégie des agriculteurs qui est de resserrer les rangs face au mauvais travail des semoirs sur la ligne. Le diagnostic réalisé en 1992 a montré l'importance de la structure de la densité entre lignes et rangs et en particulier l'intérêt d'une forte densité sur la ligne de semis.

Au niveau de la quantité de semence, l'économie d'intrant s'accompagne donc d'une sensibilisation de la production aux aléas climatiques. Il faut toutefois noter le cas particulier de la parcelle 27 encadrée par le PNVA, associant semis précoce, bonne densité sur la ligne (15 cm entre pieds) et fort écartement des rangs (60 cm), qui se démarque d'un témoin à rangs serrés (45 cm) par la sensibilité à la sécheresse en condition de fertilisation NPK. Cette pratique paraît intéressante mais nécessite d'être étudiée sur un plus grand nombre de cas et surtout passe par la solution du problème du semis mécanique à bonne densité.

En ce qui concerne l'utilisation de l'engrais, les pentes respectives des courbes enveloppe inférieure et supérieure des nuages de points sur les représentations de la production en grain en fonction de la densité montrent qu'on ne peut dissocier les deux pratiques; l'étroitesse de l'épaisseur des nuages en dessous de 8 pieds/m² rend illusoire l'idée d'une compensation possible de la faible densité grâce à la fertilisation. Au delà de cette densité, le recours à l'engrais peut se discuter. On l'a vu **précédemment**, la prise en compte des risques climatiques oblige à l'adoption d'une certaine **densité** de peuplement, or l'analyse des relations sol-plante montre que parmi les éléments minéraux majeurs, seul P fait l'objet d'une compétition entrepieds dans les conditions observées à Keur Baka; c'est donc principalement cet élément qui doit être apporté à la culture dans le cadre d'une fertilisation économique. Concernant la potasse, l'exemple du terroir de Keur Baka prouve qu'il existe des secteurs **carencés** dans la région; la toxicité du KCl dans les sols acides vis-à-vis de l'activité symbiotique des rhizobiums et dans certaines conditions climatiques oblige à l'apport simultané d'azote pour compenser cet effet. Toute formule du type PK risque de sanctionner la plante en début de cycle, ce qui a vraisemblablement conduit au rejet du 0-15-20 par les agriculteurs.

Dans ce contexte, l'intérêt de l'impasse sur un ou deux éléments dans la formule devient discutable au niveau régional. L'économie ne peut porter que sur la composition et la dose de NPK à amener; à cet égard, **100 kg/ha** de 10-20-20 paraît être un bon compromis (8-18-24 s'en rapproche et est disponible sur le marché).

CONCLUSION GENERALE

Dans cette étude, deux outils de diagnostic ont été utilisés, l'étude régionale et la décomposition du rendement en composantes. Il convient d'observer ce que cette nouvelle approche apporte par rapport aux acquis de la recherche en agronomie de l'arachide datant de plus de 20 ans: concernant les recommandations, peu de changements sur la **densité** ou la formulation ternaire de l'engrais, mais **ce** qui est très important, une validation des résultats dans un nouveau contexte climatique et économique. Face à la sécheresse, à la dégradation du matériel de culture et à la difficulté d'obtention de crédits de campagne, la culture extensive pouvait apparaître comme une voie privilégiée or il n'en est rien. Face à la spécificité climatique du secteur Centre-Sud, la **sécheresse** en fin de cycle, seule l'induction d'une compétition entre pieds au sein du peuplement végétal garantit la rentabilité de l'investissement semence. De la même manière pour l'engrais, la densité du peuplement contraint à l'emploi d'engrais sur les sols pauvres en éléments minéraux et, vis-à-vis des risques climatiques, seules les formules ternaires sont satisfaisantes.

Dans ce contexte, que devient la politique d'économie des intrants? Concernant l'économie de semences, une solution intermédiaire existe par le jeu de la structure de la densité du peuplement, semis serré sur la ligne **associé** à de larges interlignes. Cette solution est déjà mise en place par le PNVA et mérite une campagne d'expérimentation pour en affiner les paramètres. Concernant l'économie d'engrais, un résultat très intéressant de l'étude rappelle que même en condition artificialisée d'alimentation minérale, la production est déterminée par l'état du sol. Cette constatation justifie l'effort de recherche de l'ISRA Kaolack sur l'amélioration de la fertilité, notamment au niveau du statut organique et le suivi de l'évolution des sols dans des essais pérennes en rotation Arachide-Mil.

Sur le plan méthodologique, la relative indépendance de la production de biomasse végétative de 73-33 par rapport aux conditions climatiques du Secteur Centre-Sud permet une modélisation de cette composante en fonction de la densité du peuplement et de la disponibilité en éléments minéraux. Par contre pour le **nGr/m²**, les travaux de recherche doivent s'orienter vers l'étude de l'élaboration du rendement au niveau de la plante pour affiner le diagnostic vis-à-vis des aléas climatiques. La collaboration engagée avec le Burkina Faso en agronomie, avec les services de Bambey en physiologie et bioclimatologie et les travaux menés à Nioro en 1991 et 1992 (en cours de rédaction) devraient permettre d'avancer dans cette voie.

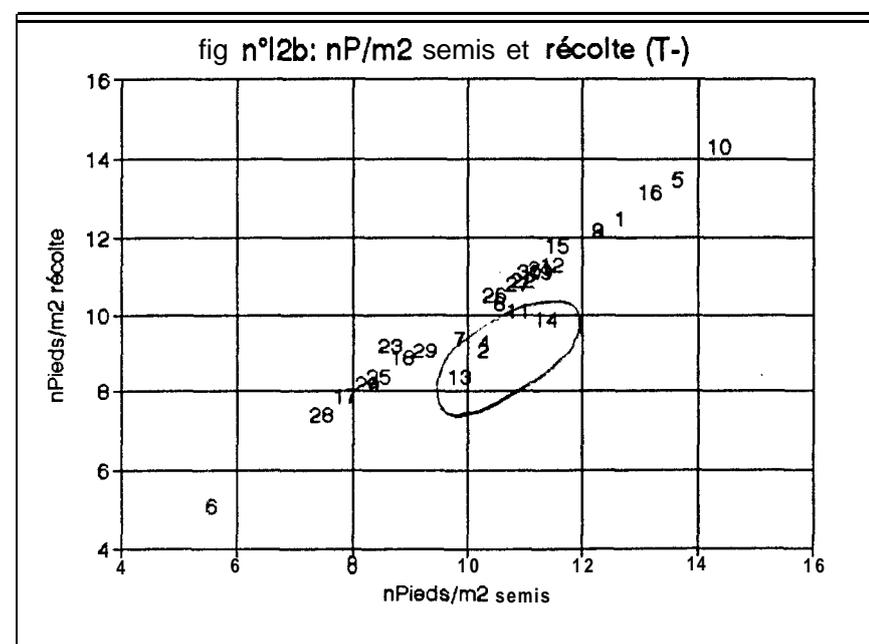
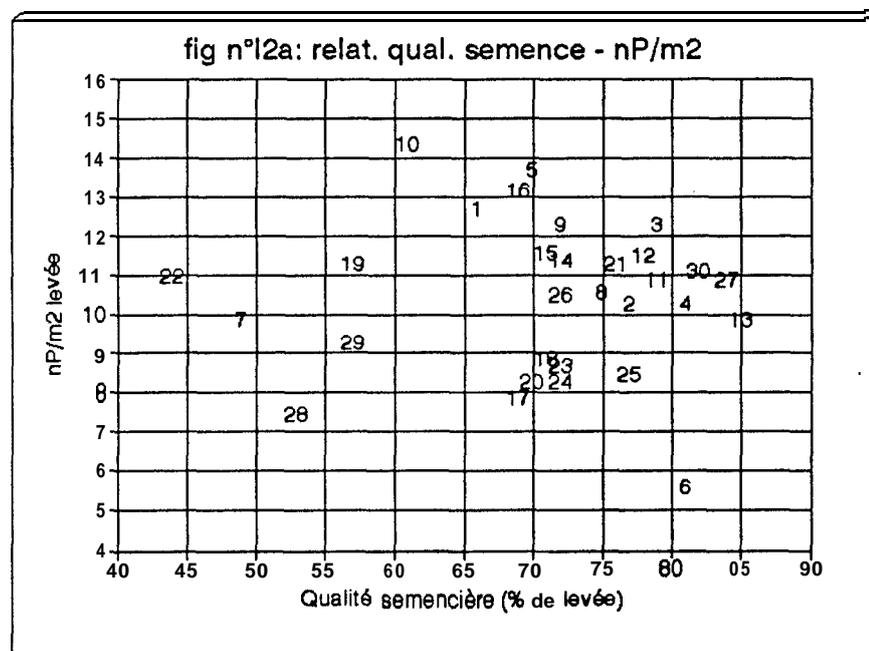
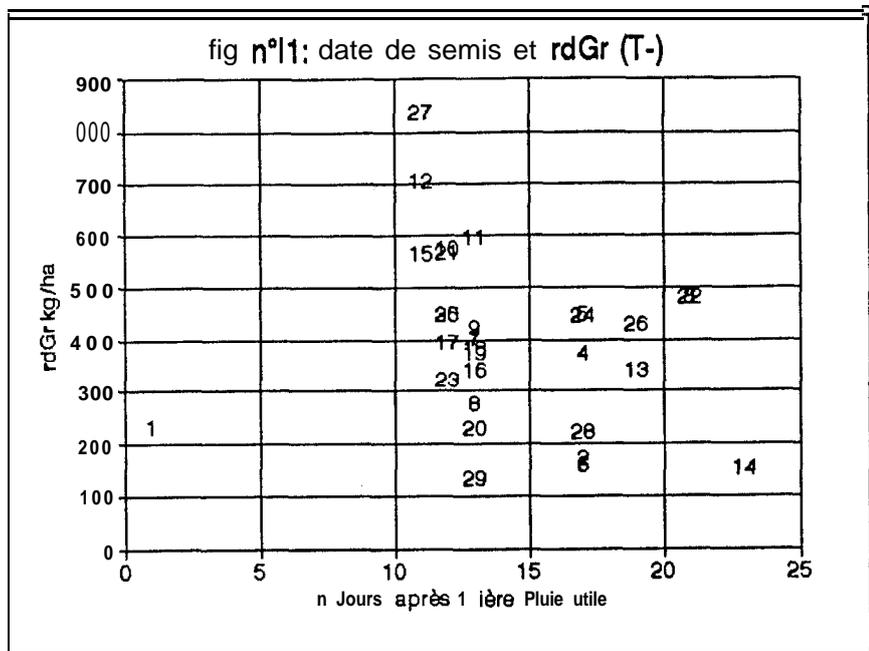
Bibliographie

ANNEROSE D.: Recherches sur les **mécanismes** d'adaptation à la sécheresse au cas de l'arachide cultivée au Sénégal. Thèse université Paris XII. 282 p.

BOCKELEE-MORVAN A et MARTIN G.: les besoins en soufre de l'arachide. Effet sur le rendement, Oléagineux, 21, 679-682, 1966.

PIERI C.: fertilité des terres de savanes. Ministère de la coopération et CIRAD-IRAT. 444 p. 1989.

PREVOT P. et OLLAGNIER M.: Application du diagnostic foliaire à l'arachide, Oléagineux, 6, 329-337, '1951.



ANNEXE N°1

ANALYSE DES PRATIQUES CULTURALES

1 ./ La préparation du sol

De manière générale dans le secteur Centre-Sud, le nombre limité d'opportunités de semis en début de campagne et le choix d'une traction animale équine ont pour conséquence une absence générale de préparation du sol.

Dans le cas de cette année, l'arrivée précoce des pluies en mai offrait une possibilité d'option entre semis précoce du mil et travail du sol léger sur Arachide (canadien). L'histoire a montré que le semis du mil était un mauvais choix, à cela près que le sillon de semis puis le radoub ont pu représenter un travail du sol; l'effet de cette technique sur le mil semé à date ultérieure n'a pas été mesuré.

2./ La date de semis

Cette pratique est liée à la disponibilité en matériel (dont la force de traction) et à la concurrence de temps de travail avec les semis de mil. A l'intérieur de l'échantillon choisi, il n'est pas possible de relier statut social et date de semis. Sur la figure n°1, on distingue deux principales périodes de semis, 1 1-13j après la première pluie utile survenue le 29/6 (exploitée par un seul paysan) et 17-23 j après.

3./ Densité de semis

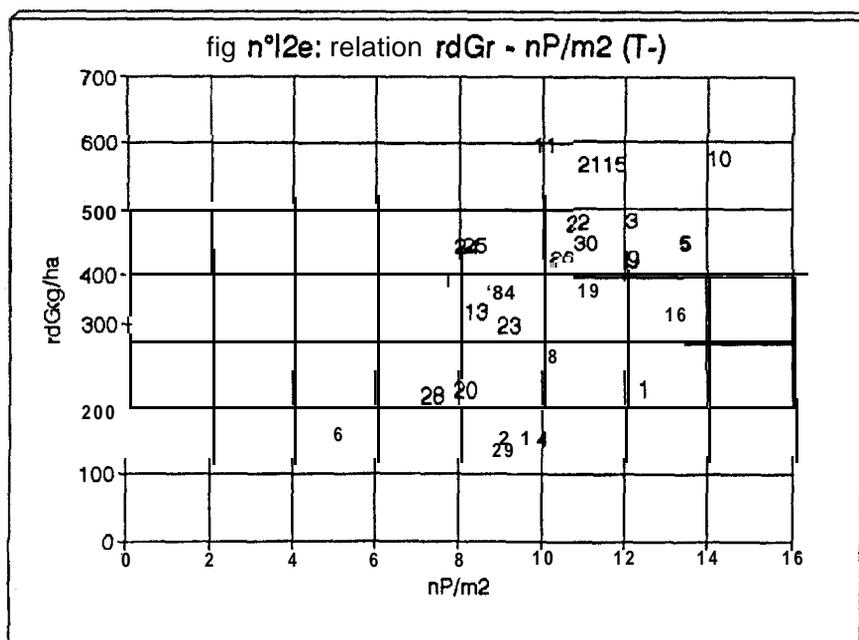
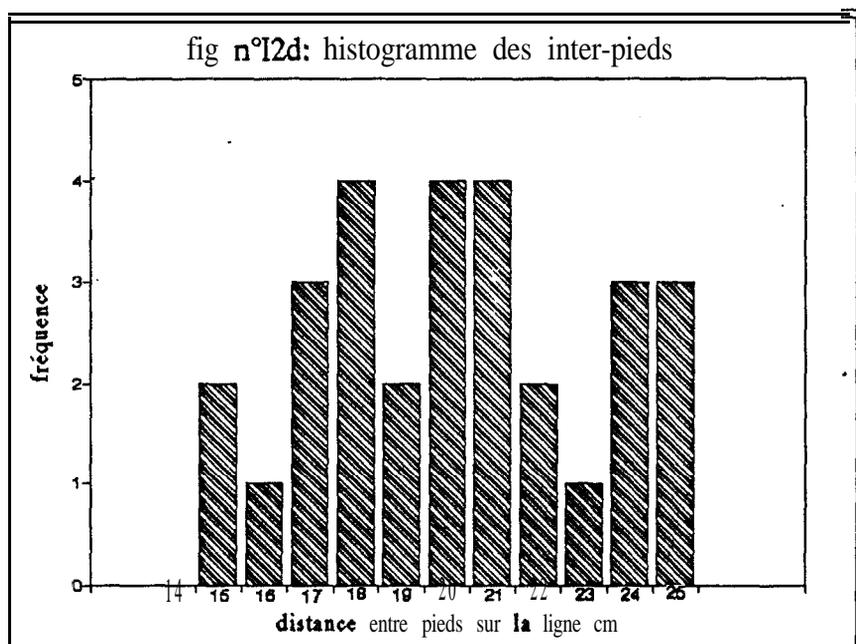
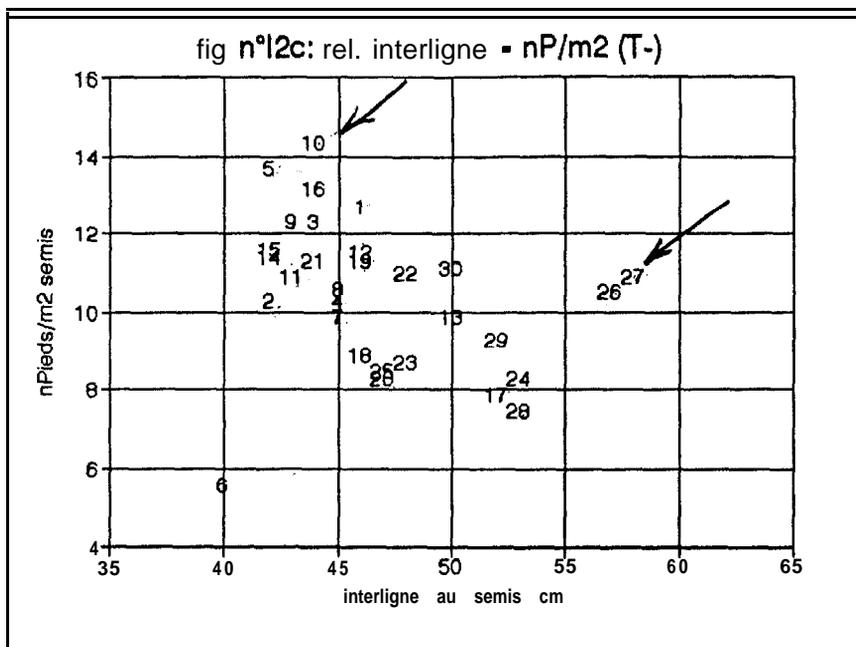
Ce facteur du rendement est le résultat de plusieurs sous-facteurs:

* La qualité des semences, liée aux conditions climatiques de la campagne précédente (pouvoir germinatif et calibre), à la conservation des semences durant la saison sèche et à l'intensité du tri des graines par le paysan. La figure n°1 2a donne un aperçu de la relation entre qualité de la semence et densité mesurée à la levée; la qualité est exprimée en pouvoir germinatif du reliquat après écart des graines immatures, tachées et attaquées par les insectes ramené à l'échantillon brut. La relation n'est pas nette, on peut cependant observer que pour les quelques points compris entre 40 et 70%, la densité augmente avec la qualité.

* Le déroulement de la levée, dépendant des conditions climatiques et du sol, de la qualité de la semence et surtout de la protection phytosanitaire des graines; les 30 lots ont été traités au Granox.

* La viabilité des pieds en cours de cycle, liée aux conditions climatiques et phytosanitaires de la campagne. La figure n°1 2b montre l'existence d'un problème pour 5 points dont 4 correspondent à des inter-lignes inférieurs à 45 cm; la mortalité dans ce cas pourrait être associée à la difficulté d'intervention (sarclages), avec une relation blessure • contamination par les maladies fongiques.

* La technique de semis, dépend de la qualité de travail des semoirs et des réglages effectués; pour ce faire, le paysan dispose de 2 possibilités, le disque et l'écartement entre lignes (semoir monorang). Il faut préciser que le parc de semoirs est la plupart du temps vétuste (15 à 20 ans) et surtout que le disque 30 cran utilisé a été mis au point pour 28-206, à graines sensiblement plus rondes pour le même poids moyen unitaire. La figure n°1 2c montre qu'à l'exception de 3 points et dans le cadre de la variabilité du travail des semoirs (usure des pièces, frottements, fabrication artisanale du disque 30 crans), la densité est décidée pour 90% des paysans par l'écartement entre lignes.



Les points 26 et 27 sont intéressants en raison d'une stratégie particulière des paysans conseillés par le PNVA, semant serré sur le rang avec un inter-ligne espace pour un objectif de 11 P/ha. Le point 10 est également particulier puisqu'avec la parcelle 27, il est le seul à présenter un écartement entre pieds sur la ligne inférieure à 16, la différence de pratique portant sur l'écartement entre rangs. La figure n°1 2d révèle le faible écartement général des pieds sur la ligne dont la moyenne se situe aux environs de 20 cm, ce qui pose le problème du matériel utilisé (objectif de 15 cm),

Sur la figure n°1 2e, on peut constater qu'il existe une tendance générale à l'obtention de rendements plus élevés pour des densités croissantes avec une très forte dispersion qui suggère l'interférence d'autres facteurs. On remarque également que sur les 7 cas de qualité semencière inférieure à 70%, un seul se retrouve dans le groupe des densités à la récolte inférieure à 9 P/m²; y a-t-il eu adaptation de la technique de semis à la qualité des semences? la question peut se poser dans la mesure où une restitution des résultats d'analyse de la qualité a été faite en juin.

4./ Le contrôle des adventices

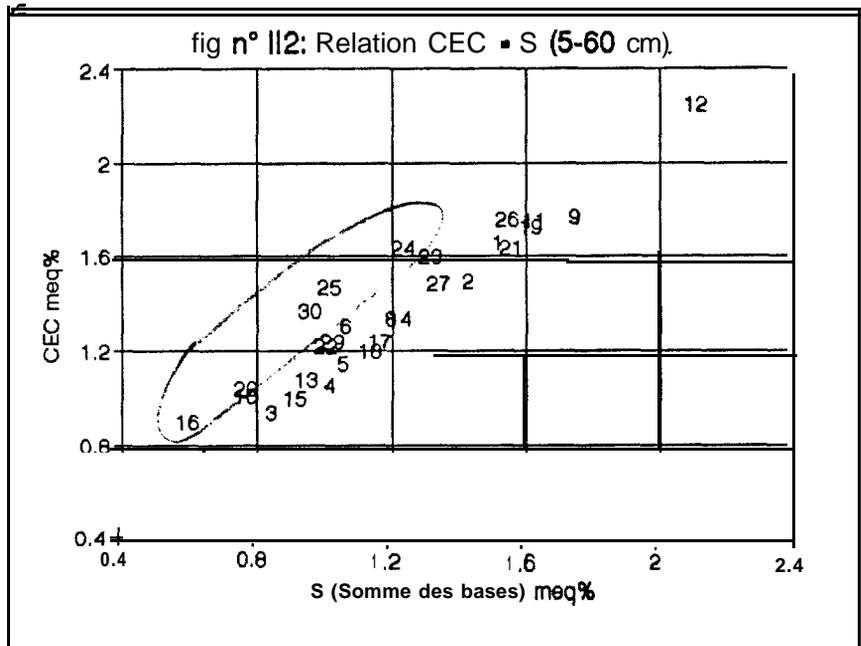
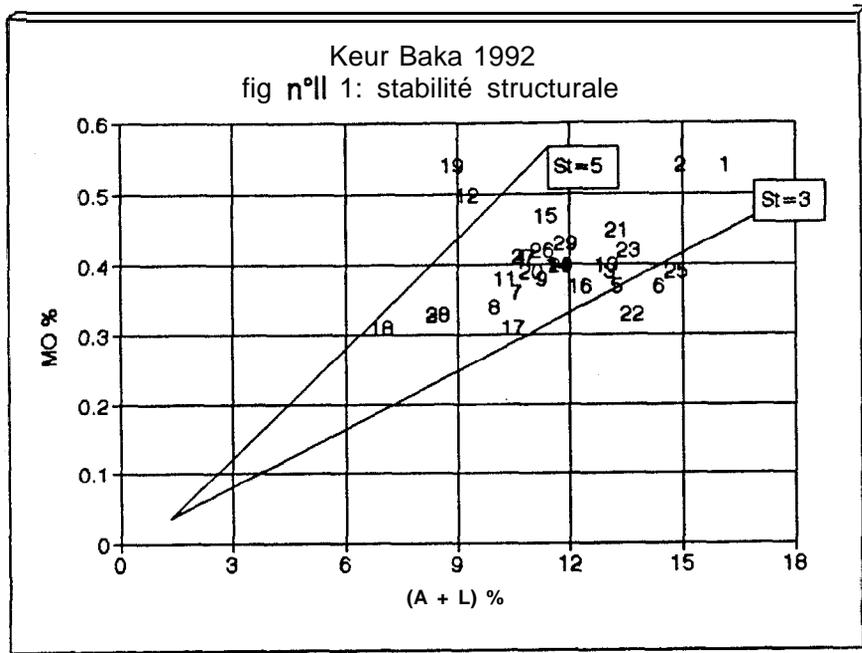
Il est réalisé par passage d'outil tracté dans les rangs et à la main entre pieds (1 seule intervention en août). Le radoub qui consiste en un binage après semis a été effectué dans 28 cas sur 30. Pour les sarclages, 25 paysans ont réalisé deux passages mécaniques; l'échantillonnage des paysans n'ayant sarclé qu'une fois est faible mais on constate que pour 3 d'entre eux, les adventices ont été mal maîtrisées. Sur la figure n°1 3, il apparaît que les champs les plus sales correspondent aux rendements les plus faibles.

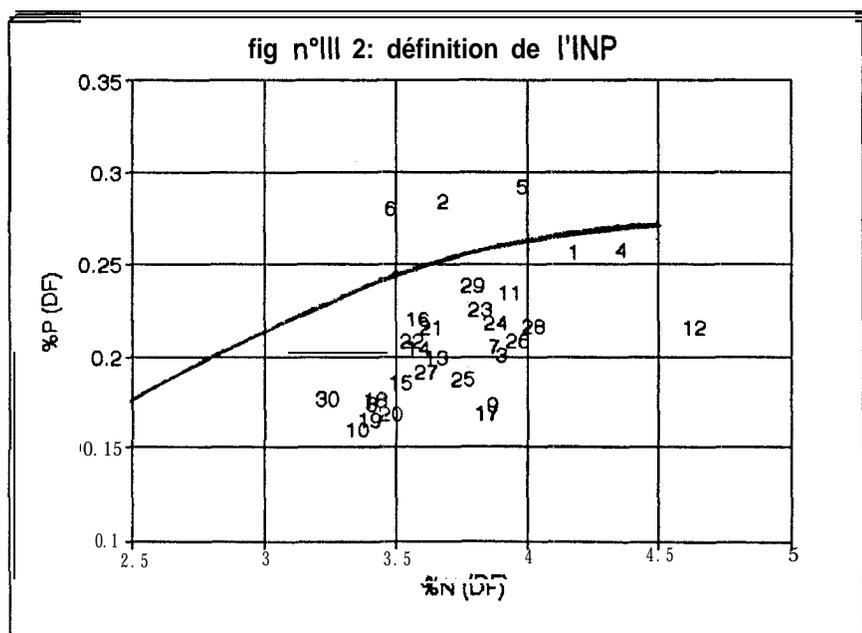
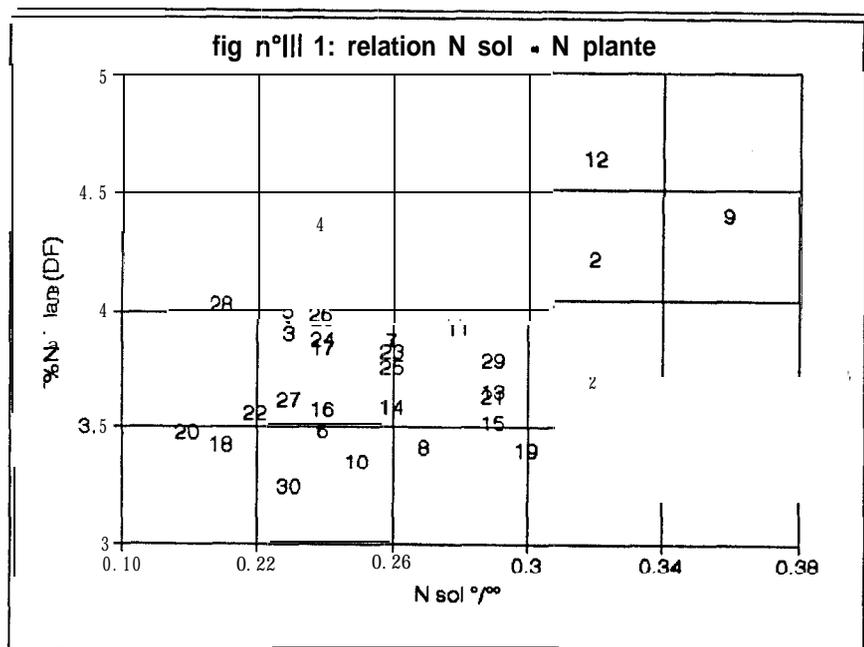
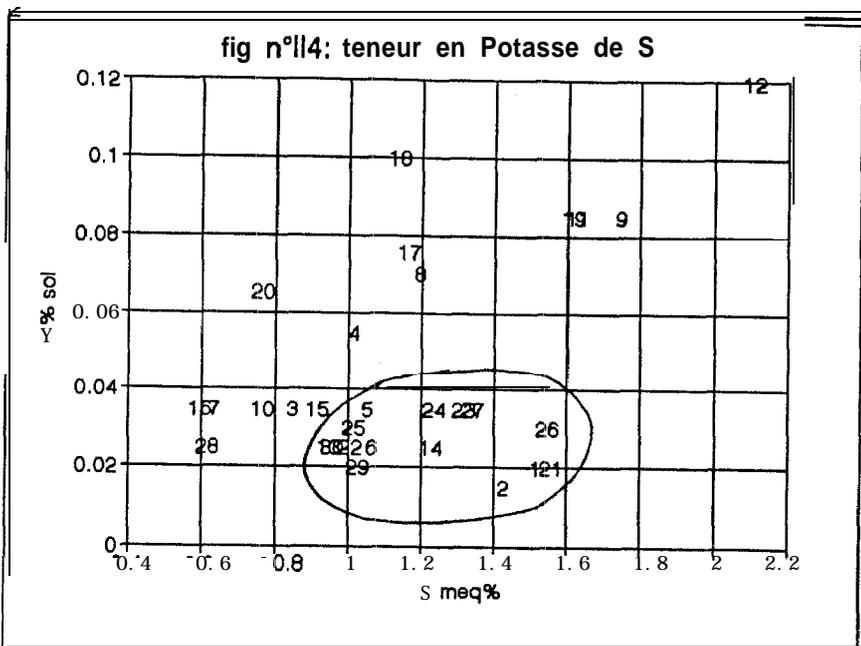
5./ La fertilisation

Réalisée par 7 agriculteurs sur 30, elle est faite avec du 8-18-24. Les doses par unité de surface n'étant pas du tout contrôlables, des traitements supplémentaires ont été introduits pour quantifier l'effet de l'engrais; sur ces 7 parcelles, le témoin O-O-O provient donc des traitements expérimentaux.

6./ La protection phytosanitaire

Aucun traitement n'est réalisé.





ANNEXE N°II

CARACTERISATION DE LA FERTILITE DES SOLS DE K. BAKA

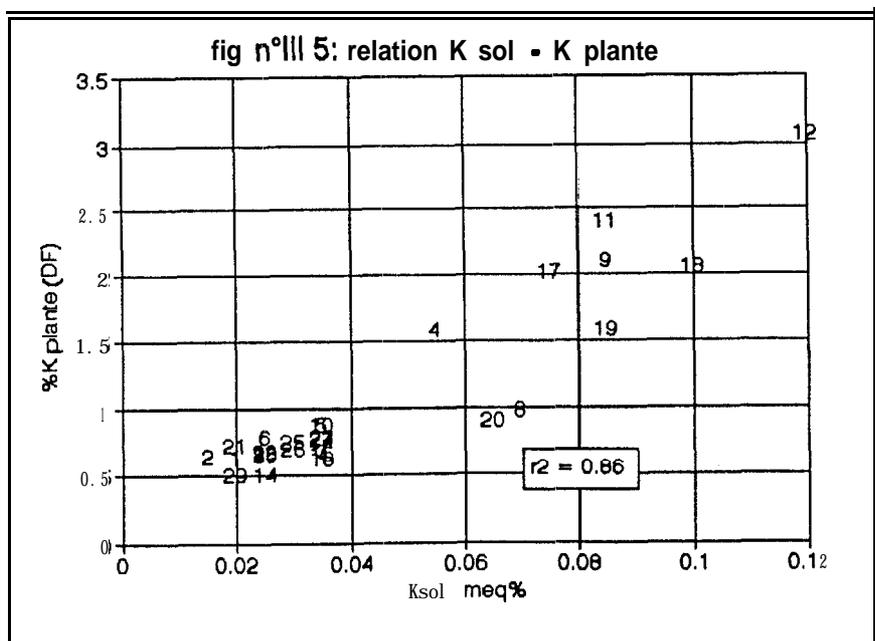
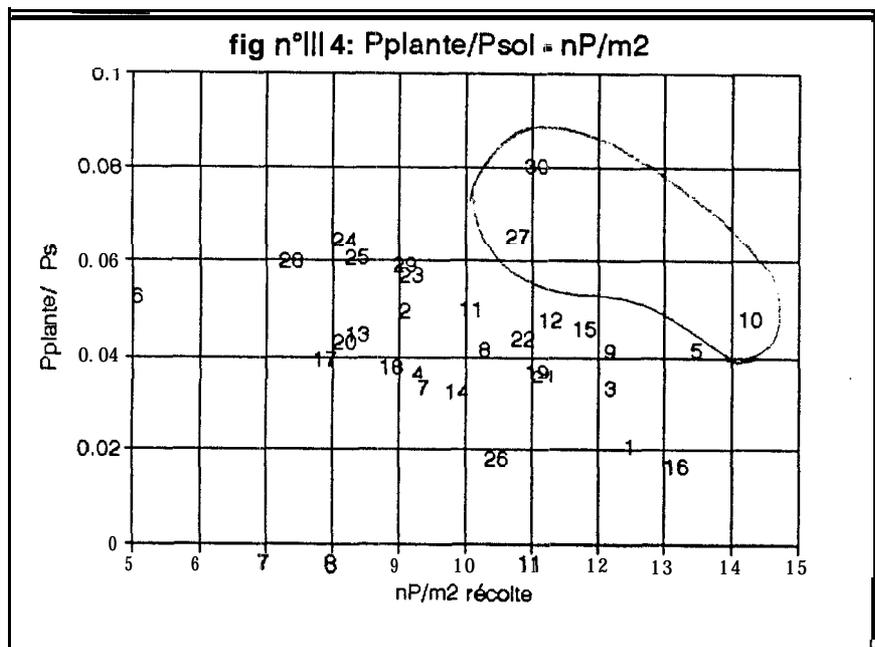
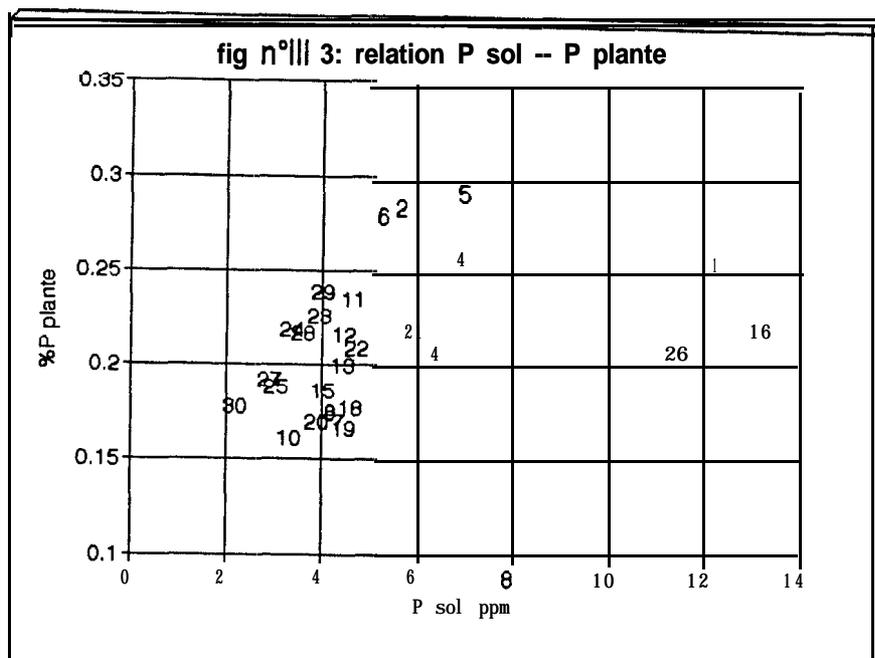
Les analyses de sol ont été réalisées en mi-octobre, peu avant la **récolte** de l'**Arachide**. Deux prélèvements ont été faits par parcelle témoin (O-O-O), à 5-15 et 40-50 cm de profondeur.

1./ La matière organique (MO)

En relation avec les techniques d'écobuage et l'exportation des tiges de mil, les teneurs en MO sont toutes très faibles. La relation entre MO et le pourcentage d'éléments fins du sol renseigne sur le niveau de stabilité structurale (Pieri, 1989); les valeurs de St (MO/A+ L) inférieures à 5 étant considérées comme représentatives de sols dégradés, c'est donc le cas de la majorité des parcelles. Sur la figure n°II 1, la limite St=3 a également été tracée de façon à mettre en évidence les parcelles les plus touchées.

2./ Le complexe absorbant

Une importante variabilité existe pour la capacité d'échange en cations (CEC). Sur la fig n°II 3, les points entourés correspondent à de faibles valeurs du rapport S/CEC, ce qui révèle une baisse du potentiel de fertilité. Pour une caractérisation approximative de S, il est intéressant de constater la relation qui relie ce facteur au pH eau (fig n°II 4). Une très bonne corrélation existe entre pH eau et pH KCl ($r^2=0.96$). L'expression de la teneur en K par rapport à S révèle l'existence de deux groupes de points. Le premier (entouré sur la fig n° II 4) composé de sols particulièrement carencés en potasse; sur la carte du terroir, ces points correspondent exactement à la moitié ouest du village. Pour le deuxième groupe de points, la teneur en Potasse de S est constante.



ANNEXE III

RELATIONS SOL-PLANTE POUR L'ALIMENTATION MINERALE

Les teneurs en éléments minéraux des plantes ont été mesurées sur 50 feuilles de rang 6, au 45^{ème} jour après semis (diagnostic foliaire), soit au début de la floraison et sur les parcelles non fertilisées.

1./ L'alimentation en Azote (N)

Les teneurs en N dans la plante varient peu autour d'une moyenne de 3.796 et ne révèlent pas de carence pour cet élément. La représentation de la teneur-en N de la plante par rapport à celle mesurée dans le sol ne montre pas de **liaison** directe entre ces deux mesures (fig n°III 1); la présence de nombreuses **nodosités** sur les racines confirme l'hypothèse d'une voie préférentielle de fixation de l'azote par les rhizobiums.

2./ L'alimentation en Phosphate (P)

En raison de son importance pour l'**Arachide** et de la carence **générale** des sols du bassin arachidier en cet élément, une attention particulière est portée sur le Phosphore. Un indice de nutrition phosphorée peut être déterminé à partir de la figure n°III 2; l'INP représente la distance à l'ordonnée des points par rapport à une courbe de référence correspondant à une alimentation non limitative en P (Prevot et Ollagnier, 1951). La quasi totalité des **parcelles** se trouve en dessous de la courbe de référence, indiquant une carence **générale** des sols du village en, P.

La représentation de la teneur en P de la plante par rapport à celle du sol montre l'existence d'une relation lâche entre ces deux valeurs, 3 cas correspondant à une forte densité de semis sur la ligne faisant exception. Du fait de la présence de ces points excentrés, le facteur densité de **Pieds/m²** a été testé pour déterminer l'**origine** de la dispersion latérale du nuage. Si l'on excepte 3 points correspondant aux teneurs les plus faibles en P dans le sol et la plante et donc à un maximum d'imprécision du rapport **Pplante/Psol**, l'existence d'une compétition entre pieds pour le phosphore apparaît sur la figure n°III 4. Etant donnée le faible volume de terre **exploité** autour des racines pour le Phosphore, plusieurs facteurs susceptibles d'avoir influence la vitesse de croissance racinaire ont été testé pour expliquer la variabilité résiduelle, %N du sol et %MO pour la partie chimique et texture pour les aspects physiques, sans qu'une relation ne puisse être mise en évidence.

3./ L'alimentation en Potasse (K)

La figure n°III 5 montre la forte corrélation existant entre les **teneurs en K** du sol et de la plante. L'indépendance de cette relation vis-à-vis de la **densité** du peuplement, contrairement à P, peut provenir de la relative mobilité de la potasse dans le profil par rapport à la zone d'exploration racinaire (participation à la solution du soi).

4./ L'alimentation en Soufre (S)

De la même manière que pour le phosphore, une courbe de référence a été établie sur de nombreux essais par Bockelee-Morvan et Martin (1966). La plupart des parcelles du terroir sont en situation de carence en soufre (fig III 6).

