

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
NOUVELLE-CALÉDONIE
ET DÉPENDANCES

DIRECTION
POUR LE DÉVELOPPEMENT
DE L'ÉCONOMIE RURALE

SERVICE DE LA RECHERCHE
DE LA FORMATION
ET DE LA DIFFUSION

CENTRE DE RECHERCHE ET
D'EXPÉRIMENTATION AGRONOMIQUES
DE NESSADIOU

INSTITUT FRANÇAIS
DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE
POUR LE DÉVELOPPEMENT
EN COOPÉRATION
(ORSTOM)

CENTRE DE NOUMÉA

UR E9

.

L. COLLET
C. BOUCARON
F. GOURDON

B. BONZON
P. ANDRE
Y. HUELVAN

**EFFETS DES AMENDEMENTS CALCIQUES
SUR UN SOL SODIQUE ACIDE ET
SUR VERTISOL HYPERMAGNESIEN**

RESULTATS DES ETUDES EXPERIMENTALES CONDUITES EN 1985

Avenant n° 1 du 09.05.1985

REPUBLIQUE FRANCAISE
NOUVELLE-CALEDONIE
ET DEPENDANCES.

DIRECTION
POUR LE DEVELOPPEMENT
DE L'ECONOMIE RURALE.
SERVICE DE LA RECHERCHE
DE LA FORMATION
ET DE LA DIFFUSION.
CENTRE DE RECHERCHE ET
D'EXPERIMENTATION AGRONOMIQUES
DE NESSADIOU.

L. COLLET
C. BOUCARON
F. GOURDON

INSTITUT FRANCAIS
DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE
POUR LE DEVELOPPEMENT
EN COOPERATION
(ORSTOM).

CENTRE DE NOUMEA.
UR E 9.

B. BONZON
P. ANDRE
Y. HUELVAN

EFFETS DES AMENDEMENTS CALCIIQUES
SUR UN SOL SODIQUE ACIDE ET
SUR UN VERTISOL HYPER-MAGNESIEN

RÉSULTATS DES ÉTUDES EXPÉRIMENTALES CONDUITES EN 1985.

Convention n° 2bis Territoire-ORSTOM pour l'étude des effets des amendements calciques
sur les sols cultivables de Nouvelle-Calédonie.

Avenant n° 1 du 09.05.85.

SOMMAIRE

| | |
|---|----|
| DOCUMENTS ANNEXES | 4 |
| DOCUMENTS ANTERIEURS | 5 |
| 1 - RAPPELS DES OBJECTIFS DE LA CONVENTION ET DES RESULTATS ANTERIEURS | 8 |
| 2 - OBJECTIFS ET ORGANISATION GENERALE DES RECHERCHES CONDUITES EN 85 | 15 |
| 2.1 - Recherches sur le sol sodique acide | 15 |
| 2.2 - Recherches sur le vertisol hyper-magnésien | 15 |
| 3 - RECHERCHES CONDUITES SUR LE SOL SODIQUE ACIDE DE LA POUEMBOUT | 15 |
| 3.1 - Arrières-effets des trois successions culturales | 16 |
| 3.2 - Arrières-effets des doses d'amendement de surface | 16 |
| 3.3 - Arrières-effets des doses d'amendement de profondeur | 17 |
| 3.4 - Interactions entre les trois facteurs contrôlés précédents. | 17 |
| 3.5 - Conclusions partielles sur les résultats du cinquième cycle cultural | 17 |
| 4 - RECHERCHES CONDUITES SUR LE VERTISOL HYPER-MAGNESIEN DE LA TAMOA | 18 |
| 4.1 - Résultats obtenus sur l'expérimentation au champ | 18 |
| 4.1.1 - Influence de la nature de l'amendement | 18 |
| 4.1.2 - Influence de la dose de chaux | 19 |
| 4.1.3 - Interaction entre les deux facteurs précédents | 19 |
| 4.1.4 - Discussion | 20 |
| 4.2 - Etudes expérimentales conduites en vases de végétation | 21 |
| 4.2.1 - Comparaison de la sensibilité au déséquilibre calco- magnésien de six hybrides doubles de maïs | 21 |
| 4.2.2 - Influence du soufre sur la croissance et les immobilisa- tions minérales du maïs | 23 |

| | |
|--|----|
| 4.2.3 - Influence de la fumure potassique sur la croissance et les immobilisations minérales du maïs | 24 |
| 4.2.4 - Synthèse des résultats expérimentaux obtenus en serre en 1985 | 25 |
| 5 - CONCLUSIONS | 25 |
| | |
| ANNEXE 1 - PRINCIPAUX RESULTATS OBTENUS EN 1985 SUR L'EXPERIMENTATION DE BASE SUR SOL SODIQUE ACIDE | 28 |
| | |
| ANNEXE 2 - PRINCIPAUX RESULTATS OBTENUS EN 1985 SUR L'EXPERIMENTATION DE BASE SUR VERTISOL HYPER-MAGNESIEN | 34 |

DOCUMENTS ANNEXES

Treize documents annexes peuvent être consultés pour plus d'informations sur les travaux réalisés au titre de l'avenant 1 de la convention 2 bis.

1 - Documents relatifs aux travaux sur sol sodique acide

- 1.1 - Influence de différentes doses de croûte calcaire sur une culture de maïs grain sur sol sodique acide. Annexe 85-1. Temps de travaux, pluviométrie, irrigation. Multig., 8 p.
- 1.2 - Même intitulé que 1.1. Annexe 85-2. Premiers résultats expérimentaux obtenus sur le cinquième cycle cultural. A paraître.

2 - Documents relatifs aux travaux conduits sur vertisol hyper-magnésien

- 2.1 - Influence de trois doses de chaux de deux amendements calciques différents sur une culture de maïs sur vertisol hyper-magnésien. Annexe 85-1. Temps de travaux, pluviométrie, irrigation. Multig., 8 p.
- 2.2 - Même intitulé que 2.1. Annexe 85-2. Premiers résultats expérimentaux obtenus sur le second cycle cultural (1985). Multig., 150 p.
- 2.3.1 - Comparaison de la sensibilité au déséquilibre calco-magnésien de six hybrides doubles de maïs. Etude expérimentale conduite en serre sur vases de végétation. Multig., 44 p.
- 2.3.2 - Même intitulé que 2.3.1. Protocole. Multig., 7 p.
- 2.3.3 - Même intitulé que 2.3.1. Annexe. Paramètres observés, analyses de variance, corrélations résiduelles. Multig., 86 p.
- 2.4.1 - Influence du soufre sur la croissance et les immobilisations minérales de l'hybride double de maïs XL 82 cultivé sur le vertisol hyper-magnésien de référence de la vallée de la TAMOA. Etude expérimentale en serre. Multig., 16 p.
- 2.4.2 - Même intitulé que 2.4.1. Protocole de l'étude expérimentale en serre. Multig., 4 p.
- 2.4.3 - Même intitulé que 2.4.1. Annexe. Analyses de variance des paramètres observés. Multig., 100 p.
- 2.5.1 - Influence de la fumure potassique sur la croissance et les immobilisations minérales du maïs cultivé sur vertisol hyper-magnésien. Multig., 24 p.
- 2.5.2 - Même intitulé que 2.5.1. Protocole de l'étude expérimentale en serre. Multig., 6 p.
- 2.5.3 - Même intitulé que 2.5.1. Analyses de variance des données expérimentales en serre. Multig., 78 p.

DOCUMENTS ANTERIEURS

PRODUITS AU TITRE DE LA CONVENTION N° 2

1 - Documents relatifs à l'avenant 1 (80-81)

- 1.1 - Recherches de sites expérimentaux pour mener des études sur les effets des amendements calciques en Nouvelle-Calédonie. Enquête préliminaire . ORSTOM Ed., 18 p., 5 tableaux, 2 diagrammes, juillet 81.
- 1.2 - Les sols du champ d'expérimentation (M. BERTONI), ORSTOM Ed., 34 p., 9 diagrammes, 4 tableaux, juillet 81.
- 1.3 - L'évolution du pH des humites des sols sodiques acides après apport d'amendements calciques : essais en boîtes de Pétri, 3 pages, 2 tableaux, 2 diagrammes, juillet 81.

2 - Documents relatifs à l'avenant 2 (81-82)

- 2.1 - Inventaire des gites calcaires de Nouvelle-Calédonie pour l'amendement des sols cultivables. ORSTOM Ed., multig., 8 p., 7 tableaux, 1 carte, Sept. 82.
- 2.2 - Résultats expérimentaux des cultures en serre sur sol sodique acide. ORSTOM Ed., multig., 90 p. dont 2 graph. et 57 tableaux, Sept. 82.
- 2.3 - Test d'homogénéité initial du champ expérimental. ORSTOM Ed., multig., 59 p. dont 1 schéma et 38 tableaux. Sept. 82.
- 2.4 - Statut minéral d'un maïs à mi-cycle sur vertisol magnésien. Enquête agrologique effectuée le 4 septembre 1981 sur la propriété MAGNIN-PIERSON à Tontouta. ORSTOM Ed., multig., 49 p., dont 3 schéma et 32 tableaux. Sept. 82.
- 2.5 - Effet d'un apport de chaux sur un triticales cultivé sur un vertisol magnésien. Enquête agrologique effectuée le 11 septembre 1981 sur la propriété, MAGNIN-PIERSON à Tontouta. ORSTOM Ed., multig., 35 p., dont 23 tableaux, Sept. 82.
- 2.6 - Effets de différentes doses d'amendement calcique sur un sol sodique acide et des cultures de maïs, tournesol et haricot. Protocole expérimental. ORSTOM Ed., multig., 40 p., Sept. 82.

3 - Documents relatifs à l'avenant 3 (82-83)

- 3.1 - Effets de différentes doses de croûte calcaire sur sol sodique acide. Résultats des études expérimentales conduites en 1982.
- 3.2 - Annexe 82-1. Documents annexes communs aux trois expérimentations au champ pour l'année 82. Multig., 20 p.
- 3.3 - Annexe 82-2. Protocoles des études expérimentales en serre sur maïs, tournesol et haricot. Multig., 3 p.

- 3.4 - Annexe 82-3. Résultats expérimentaux obtenus au champ et en serre sur maïs (1982-1983). Multig., 120 p.
- 3.5 - Annexe 82-4. Résultats expérimentaux obtenus au champ et en serre sur tournesol (1982-1983). Multig., 125 p.
- 3.6 - Annexe 82-5. Résultats expérimentaux obtenus au champ et en serre sur haricot (1982-1983). Multig., 90 p.

4 - Documents relatifs à l'avenant 4 (83-84)

- 4.1 - Influence de différentes doses de croûte calcaire sur des cultures de maïs, haricot et pomme de terre sur sol sodique acide. Résultats expérimentaux obtenus au champ en 1983. Multig., 7 annexes, 187 p.
- 4.2 - Même intitulé. Données complémentaires. Annexes 5bis, 6bis et 7bis. Multigr., 69 p.

5 - Documents relatifs à l'avenant 5 (84-85)

5.1 - Documents concernant le sol sodique acide

"Influence de différentes doses de croûte calcaire sur des cultures de maïs grain, maïs fourrage et haricot sur sol sodique acide".

- 5.1.1 - Annexe 84-1. Temps de travaux, pluviométrie, irrigation, multig., 8 p.
- 5.1.2 - Annexe 84-2. Résultats des observations et des mesures, multig., 120 p.

5.2 - Documents concernant le vertisol hyper-magnésien

5.2.1 - "Influence de trois doses de chaux de deux amendements calciques différents sur une culture de maïs sur vertisol hyper-magnésien".

- 5.2.1.1 - Annexe 84-1. Protocole expérimental, multig. 16 p.
- 5.2.1.2 - Annexe 84-2. Temps de travaux, pluviométrie, irrigation, multig., 9 p.
- 5.2.1.3 - Annexe 84-3. Analyses statistiques effectuées sur les données de base et dérivées observées sur le premier cycle cultural, multig., 304 p.
- 5.2.2 - Recherches préliminaires sur les carences en éléments majeurs et mineurs du terrain retenu pour l'implantation du dispositif de base de l'étude des effets des amendements calciques sur vertisol hyper-magnésien. Annexe . Résultats des observations et des mesures, multig., 32 p.
- 5.2.3 - Recherches préliminaires sur le rééquilibrage du rapport magnésium/calcium du terrain retenu pour l'implantation du dispositif expérimental de base de l'étude des effets des amendements calciques sur vertisol hyper-magnésien. Annexe . Résultats des observations et des mesures, multig., 45 p.

- 5.2.4 - Influence de quatre doses de chaux de trois mélanges différents de croûte calcaire et de gypse sur une culture de maïs sur vertisol hyper-magnésien. Annexe . Résultats des observations et des mesures, multig., 50 p.
- 5.2.5 - Influence de trois doses de chaux de trois mélanges différents de croûte calcaire et de gypse sur une culture de maïs sur vertisol hyper-magnésien. Annexe . Résultats des observations et des mesures, multig., 76 p.
- 5.2.6 - Recherches préliminaires sur une éventuelle interaction entre fumure azotée et teneur en gypse de l'amendement calcique sur une culture de maïs sur vertisol hyper-magnésien. Annexe . Résultats des observations et des mesures, multig., 54 p.

1 - RAPPELS DES OBJECTIFS DE LA CONVENTION ET DES RESULTATS ANTERIEURS

Ce paragraphe reprend, en les complétant, les paragraphes 1 des documents antérieurs de 1982, 1983 et 1984 produits au titre de la convention Territoire-ORSTOM n° 2 pour l'étude des effets des amendements calciques sur les sols cultivables de Nouvelle-Calédonie. Cette convention a pris fin en 1984. Elle a été prorogée en 85 et porte maintenant le n° 2bis. Les travaux relatés dans ce rapport concernent l'avenant 1 de cette nouvelle convention.

- oOo -

1.1 - La convention pour l'étude des effets des amendements calciques sur les sols de Nouvelle-Calédonie a débuté en juillet 1980.

Elle fixait aux recherches conduites la première année trois objectifs :

. procéder à un inventaire des sols sur lesquels il serait intéressant, a priori, de procéder à des apports d'amendements calciques et/ou sur lesquels des "essais" allant dans ce sens avaient été réalisés (cf. le document antérieur 1.1) ;

. choisir deux de ces sols et rechercher un site expérimental pour le premier (cf. le document antérieur 1.2) ;

. adapter les tests de fertilité en vases de végétation aux besoins de l'étude et réunir les moyens matériels et humains nécessaires.

Ces objectifs purent être atteints. Furent notamment retenus en priorité les sols sodiques acides et les vertisols magnésiens. Ces deux sols couvrent, en effet, des surfaces importantes à l'échelle du Territoire (respectivement 10.000 et 25.000 ha, représentant 4,8 et 11,9 % des terres arables) ; d'autre part, leurs faibles différences de relief et leurs situations à proximité de cours d'eau permanents seraient des facteurs favorables à une intensification de leur mise en valeur s'il était possible de remédier à leur très faible fertilité naturelle pour les premiers, à leur quasi-stérilité naturelle pour les seconds.

- oOo -

1.2 - Les objectifs fixés aux recherches en deuxième année découlaient, bien sûr, des résultats de celles conduites en première année :

. rechercher des sources d'approvisionnement en amendements calciques (cf. le document antérieur 2.1.) ;

. rechercher le meilleur amendement calcique disponible sur le Territoire sous ses triples aspects : nature, dose et granulométrie (cf le document antérieur 2.2.) ;

. tester l'homogénéité du champ retenu pour les futurs essais de base d'amendement calcique sur sol sodique acide (cf. le document 2.3).

Deux enquêtes agropédologiques, hors prévisions, furent réalisées également concernant les vertisols magnésiens (cf les documents antérieurs 2.4 et 2.5.).

Au terme de cette deuxième année de convention, les résultats des enquêtes agropédologiques et des expérimentations en serre mirent très clairement en évidence l'intérêt pratique d'un apport de calcium aux deux sols cultivables du Territoire retenus prioritairement en 1980 pour ce type d'amélioration (les sols sodiques acides et les vertisols magnésiens, donc, pour mémoire).

Parmi les amendements naturels du Territoire, la croûte calcaire broyée et tamisée à 2mm semblait le plus efficace à l'égard du sol sodique .

Les quantités d'amendements à appliquer devaient dépendre, cependant, des espèces dont on envisageait la culture.

D'autre part, une retombée indirecte des études engagées en 81 était le caractère très accusé des carences en azote et en phosphore des deux types de sols étudiés. La correction de ces carences devait, pour le moins, précéder celle du pH ou du déséquilibre Ca/Mg.

Enfin, le test d'homogénéité du champ d'essais permettait de localiser à peu près correctement les différents éléments du futur dispositif destiné à préciser les doses d'amendement calcique à appliquer à ce type de sol en fonction des plantes, les doses choisies découlant des études en serre.

1.3 - Pour le deuxième cycle cultural, quatre doses de chaux (0, 2, 4 et 6t/ha de CaO) sous forme de croûte calcaire concassée et tamisée à 2mm, en provenance du col des Arabes, furent ainsi appliquées au champ d'essai à trois espèces différentes : un maïs (variété Sergeant), un tournesol (variété Flora) et un haricot (variété Navy bean). Le protocole de cette expérience est décrit dans le document antérieur 2.6. Dans le même temps, des études en serre étaient conduites pour étudier une éventuelle interaction entre l'amendement calcique et la fumure phosphatée.

Les principaux résultats obtenus furent les suivants :

- 1°/ l'apport d'amendement calcique influença de façon significative un certain nombre de paramètres : les teneurs et les immobilisations en calcium des tiges et feuilles des trois plantes, les teneurs en phosphore des grains de maïs, les teneurs et les immobilisations en calcium des graines de tournesol ;
- 2°/ mais la fumure nitro-phospho-potassique appliquée, volontairement choisie faible afin, pensait-on, de mettre plus facilement en évidence le rôle du calcium (120kg/ha d'azote, 80kg/ha de phosphore, 60kg/ha de potasse), fut en réalité trop faible pour pallier les carences naturelles en azote et en phosphore du sol. Il en résulta des rendements médiocres (5,5t/ha pour le maïs, 1,5t/ha pour le tournesol, 1,9t/ha pour le haricot) et une atténuation, au contraire, des effets de l'amendement, atténuation qui fut renforcée, par ailleurs, par l'hétérogénéité des conditions culturales ;
- 3°/ en serre, par contre, les conditions expérimentales étant plus homogènes qu'au champ, les mêmes doses du même amendement montrèrent un effet général favorable de l'amendement.

- oOo -

1.4 - Pour le troisième cycle cultural (le deuxième après amendement) il fut donc convenu de renforcer la fumure nitro-phospho-potassique (en l'adaptant, de plus, aux plantes) et de remplacer le tournesol par la pomme de terre en raison des attaques de sclerotinia constatées.

Les résultats de ce troisième cycle furent plus marquants.

En premier lieu on observa qu'un apport de 4t/ha de CaO permettait un gain de 2t/ha de grain et un rendement en grain élevé : 9,22t/ha. L'hétérogénéité des conditions culturales ne permit sans doute pas la mise en évidence d'effets significatifs sur les autres cultures.

Cependant, l'amendement influença significativement les contenus minéraux des trois plantes.

Le renforcement des fumures permit, par ailleurs, d'obtenir des rendements moyens élevés :

7,32 t/ha de grain sec sur maïs,
2,64t/ha de grain sec sur haricot,
25,3t/ha de tubercule commercialisable sur pomme-de-terre.

Toutefois le taux d'utilisation apparente des éléments fertilisants était généralement faible à très faible.

En tout état de cause, ce sol sodique acide commençait à apparaître comme un très bon support pour les cultures dès lors que l'on compensait ses carences naturelles en azote et en phosphore, l'amendement calcique devant améliorer encore les rendements, mais de façon progressive et dans des limites plus rapprochées sans doute.

L'observation, à nouveau, de semelles de labour et d'engorgements temporaires en plusieurs points à la surface du champ à l'occasion de fortes pluies conduisait à se demander, cependant, si l'on ne pourrait pas améliorer encore les rendements et la situation générale du champ en injectant en profondeur de l'amendement.

Des raisons expérimentales conduisaient, d'autre part, à ne pas réutiliser la pomme de terre comme plante-test à côté des autres cultures, les besoins en eau de cette plante étant différents des leurs.

- oOo -

1.5 - Les recherches sur les effets des amendements calciques sur les sols cultivables de Nouvelle-Calédonie, qui étaient axées depuis 1981 sur les sols sodiques acides, s'élargirent en 1984 au cas des vertisols magnésiens, deuxième type

de sols à avoir été retenu, pour ces améliorations foncières, à l'issue de l'enquête générale de 1980 (cf plus haut le dernier alinéa du paragraphe 1.1).

1.5.1 - Recherches sur le sol sodique acide de la POUEMBOUT

S'agissant, pour commencer, du sol sodique acide, il fut donc décidé pour répondre aux questions et remarques soulevées à l'issue de l'expérimentation 83 (cf ci-dessus paragraphe 1.4) :

1°/ - d'utiliser le deuxième facteur subsidiaire, encore libre, pour tester l'intérêt d'un apport complémentaire de 2 t/ha de chaux (toujours sous forme de croûte calcaire), entre 35 et 45 cm de profondeur, à l'aide d'une sous-soleuse adaptée à cette opération ;

2°/ - de remplacer la pomme-de-terre par du maïs fourrage.

Les principaux résultats obtenus furent les suivants :

. l'injection de 2 t/ha de chaux en profondeur n'entraîna aucune amélioration sensible des rendements. Au contraire, elle sembla antagoniste de l'application d'amendement en surface ;

. les applications antérieures d'amendement en surface, influencèrent, par contre, beaucoup plus nettement les rendements, qu'en 1982 et 1983, les plus élevés s'observant sur la dose de chaux la plus forte (6 t/ha de CaO) ;

. l'hétérogénéité des conditions expérimentales diminua, sans doute en raison du sous-solage général qui accompagna l'injection d'amendement en profondeur ;

. les rendements furent médiocres. Pour le maïs, cela pouvait s'expliquer par la forte attaque de rouille qui s'était déclanchée au moment de l'apparition des soies. Pour le haricot, un pourcentage non négligeable de grains a dû être perdu avant la récolte, celle-ci ayant dû être retardée de 3 semaines.

1.5.2 - Recherches sur vertisol magnésien

Les travaux sur vertisol magnésien avaient démarré, en fait, en 1983 par la recherche d'un site expérimental.

Celui qui fut retenu, dans la vallée de la TAMOA, avait fait l'objet de cinq tentatives successives de mise en valeur par du sorgho et du maïs, tentatives qui s'étaient toutes soldées par des échecs.

Le sol était du type hyper-magnésien avec un rapport Mg/Ca échangeables de $(41,90/4,53) = 9,26$ en surface (0-20 cm) et de $(43,35/4,41) = 9,80$ en profondeur (20-40 cm). Son pH-eau et son taux de saturation étaient respectivement de 5,81 et 90% dans le premier horizon, de 6,03 et 91% dans le second.

Les premières recherches expérimentales furent conduites sur vases de végétation, sous serre. Trois expériences permirent de cerner progressivement les problèmes affectant le sol en question :

- . de très fortes carences en azote et en phosphore ;
- . une possible carence en molybdène et une autre éventuelle en soufre ;
- . un très grave déséquilibre calco-magnésien responsable des carences en calcium et des anomalies de croissance observées sur maïs.

Elles permirent également :

- . dans un premier temps, de montrer qu'il devait être possible de pallier ces problèmes de déséquilibre calco-magnésien par des apports d'amendements calciques ;
- . dans un deuxième, de donner une fourchette aux doses de chaux des apports et de mettre en évidence l'intérêt d'un mélange de carbonate et de sulfate de calcium.

Pour l'expérimentation de base au champ, qui fut mise en place entre mai et août 84, à l'issue de la troisième expérimentation en serre, trois doses de chaux (4, 8 et 12 t/ha de CaO) de deux types d'amendements (de la croûte calcaire pure et un mélange de cette croûte et de gypse, le gypse apportant 10% de CaO totale) furent retenues.

Le dispositif expérimental était du type carré latin 6 x 6 à parcelles subdivisées 1 fois, cette subdivision pouvant servir ultérieurement à étudier un nouveau facteur à 2 niveaux.

Les résultats obtenus à la fin du premier cycle au champ furent très encourageants. Les rendements en grain passaient de 0,65 t/ha sans amendement à 5,58 t/ha avec 4 t/ha de chaux, 6,52 t/ha avec 8 t/ha de chaux, 6,78 t/ha avec 12 t/ha de chaux. Toutefois, le pourcentage de chaux sous forme de gypse ne modifiait significativement ni les rendements, ni le complexe échangeable.

Cependant, les meilleurs rendements n'étaient pas des plus élevés. Deux facteurs pouvaient être invoqués pour expliquer ce fait :

- . l'influence de la "rouille" qui s'était installée sur la culture à

la floraison et dont le développement fut important ;

. une action de l'amendement sur le sol encore insuffisante.

Bien que les résultats obtenus au champ fussent en bonne concordance avec ceux obtenus en serre, un certain nombre de différences apparaissaient néanmoins entre les deux situations, notamment sur celles sans amendement. En serre, les plants de maïs se développant sur des pots n'ayant reçu aucun amendement calcaïque voyaient leur croissance stoppée au stade 5 feuilles. Au champ, les plants de maïs des parcelles témoins se développèrent complètement.

Quatre hypothèses étaient invoquées pour expliquer ce phénomène :

1 - la variété utilisée au champ (XL-82) serait moins sensible au déséquilibre calco-magnésien que celle utilisée en serre (GH 5004) ou, antérieurement, sur le même champ par MM. GAUDE et MAITRE (XL-81) ;

2 - il s'agirait d'un problème lié à la fumure phosphatée.

Celle, assez forte, qui fut appliquée au champ pour corriger la carence en phosphore reconnue en serre, a apporté en même temps environ 140kg/ha de CaO. Utilisable sans doute en partie par le maïs, cette quantité représente au moins 3,5 fois ses besoins en chaux. En serre, le phosphore avait été apporté sous forme de phosphate monopotassique ;

3 - on serait effectivement en présence d'une légère carence en soufre, cette carence entrant de plus en synergie avec la carence induite en calcium. Le fait d'avoir apporté au champ du sulfate de potassium au lieu de chlorure de potassium, comme cela est généralement le cas au champ en Nouvelle-Calédonie et comme cela fut également le cas dans les essais en serre, pourrait alors expliquer l'assez bon développement du maïs observé au champ sans amendement calcaïque ;

4 - il y aurait, enfin, dans les conditions de cette terre magnésienne, un antagonisme, pour la plante, entre le calcium d'une part, le magnésium et le potassium d'autre part. Le fait d'avoir appliqué une faible fumure potassique au champ, alors que l'on en avait appliqué une forte en serre et que l'on en applique toujours de fortes au champ, pourrait expliquer ainsi l'assez bon développement du maïs sur les parcelles non-amendées.

Ces questions méritaient d'être abordées en serre.

2 - OBJECTIFS ET ORGANISATION GENERALE DES RECHERCHES CONDUITES EN 1985

2.1 - Recherches sur le sol sodique acide

L'année 85 devant être la dernière de l'expérimentation de base au champ sur sol sodique acide, la décision fut prise de n'utiliser qu'une seule plante-test sur les trois essais "par plante" constituant le dispositif : ceci rendait possible une étude des arrières-effets des différentes doses d'amendement, à la fois "générale" et par "successions culturales".

2.2 - Recherches sur le vertisol hyper-magnésien

S'agissant du vertisol hyper-magnésien, la première décision prise fut de remettre en culture le champ d'essai avec la même variété, mais en renforçant la fumure nitro-phospho-potassique, la fumure appliquée lors du cycle précédent ayant pu être insuffisante en regard des carences en N et P du champ.

Il fut décidé, en outre, d'étudier en serre les hypothèses formulées devant les différences de comportement au champ et en serre du maïs (cf, ci-dessus, la fin du paragraphe 1.5.2).

Dans ce but 3 tonnes de terre furent prélevées à nouveau à la périphérie du dispositif pour réaliser de nouvelles expérimentations en vases de végétation.

3 - RECHERCHES CONDUITES SUR LE SOL SODIQUE ACIDE DE LA POUEMBOUT

Pour ce cinquième et dernier cycle au champ, la même plante-test devait donc être utilisée sur les trois essais constituant le dispositif expérimental, afin de pouvoir comparer les arrières-effets des différentes successions culturales réalisées finalement sur les trois expérimentations, ainsi que ceux des différentes doses et modalités d'application de l'amendement.

L'hybride double de maïs XL-82 fut choisi à nouveau comme plante-test.

Les travaux effectués sur le terrain et les conditions hydriques offertes à la culture sont résumés dans le document annexe 1.1.

Les résultats des observations et des mesures effectuées en cours de végétation et à la récolte figurent dans le document annexe 1.2. Un condensé de ces informations est présenté ci-après à l'annexe 1.

3.1 - Arrières-effets des trois successions culturales

Les successions culturales appliquées aux trois essais sont rappelées dans le tableau ci-dessous (le mot "plante", qui figure dans le tableau aux lieux et places du mot "essai", a été utilisé afin d'être en concordance avec les informations mentionnées dans les documents antérieurs relatifs à cette expérimentation ainsi que dans les fichiers de données sur ordinateur).

Elle n'ont eu apparemment aucun effet direct sur les paramètres observés en cours de végétation et à la récolte (cf les tableaux 1 et 1 bis de l'annexe 1).

| Cycles \ Plantes (essais) | Plante 1 | Plante 2 | Plante 3 |
|---------------------------|--------------------------|------------------------------|--------------------------|
| 1981 | Sorgho (Gold finger) | | |
| 1982 | Maïs grain (Sergeant) | Tournesol (Flora) | Haricot (Navy bean) |
| 1983 | Pomme de terre (Pontiac) | Haricot (Canadien Pouembout) | Maïs grain (Sergeant) |
| 1984 | Haricot (Navy bean) | Maïs grain (XL 82) | Maïs fourrage (Sergeant) |
| 1985 | Maïs grain (XL 82) | | |

1 - Successions culturales suivies sur les trois essais du dispositif expérimental.

3.2 - Arrières-effets des doses d'amendement de surface

Les arrières-effets des doses d'amendement appliquées en surface sont, au contraire des précédents, très nombreux.

D'une façon générale, la croissance en hauteur des plants (paramètres, H_j), la densité de peuplement à la levée (DL), les rendements en grain (QGR et QGT), augmentent significativement avec les doses croissantes d'amendement. Les rendements en grain sec augmentent ainsi de 7,53 à 8,44 t/ha lorsque l'on passe de 0 à 6 t/ha de chaux.

Cette différence est faible, mais elle est hautement significative.

Le poids total des parties aériennes par plant (PART), est maximum, cependant, sur les parcelles ayant reçu 4 t/ha de chaux : 26,10 t/ha.

Enfin on n'observe aucune influence de l'amendement sur les teneurs en éléments minéraux des grains et des tiges et feuilles (excepté sur la teneur en phosphore des grains).

Les teneurs moyennes des grains en N, P et K sont d'ailleurs légèrement plus faibles que celles observées antérieurement (1,46 % pour NGR ; 0,23 % pour PGR ; 0,36 % pour KGR). La fumure utilisée (270 kg/ha d'azote sous forme d'urée en quatre épandages : 75 kg/ha en fumure de fond suivis de 3 épandages de 65 kg/ha chacun en couverture ; 120 kg/ha de P_2O_5 et 60 kg/ha de K_2O sous forme d'engrais binaire 0-32-16 en fumure de fond) était-elle insuffisante ?

3.3 - Arrières-effets des doses d'amendement de profondeur

Globalement, les deux tonnes de chaux injectée en profondeur n'ont eu aucun effet sur les paramètres observés (cf tableaux 1 et 1 bis en annexe 1).

3.4 - Interactions entre les trois facteurs contrôlés "succession culturale" "dose d'amendement de surface" et "dose d'amendement de profondeur"

Un certain nombre d'interactions apparaissent entre les trois facteurs contrôlés précédents (interactions simples, cf tableaux 3 et 4 de l'annexe 1, ou interactions doubles, cf tableau 2).

Mais, en l'absence d'informations sur l'état final du sol et sur son évolution depuis la mise en place de l'expérimentation, il est difficile de se prononcer encore à leur sujet.

3.5 - Conclusions partielles sur les résultats du cinquième cycle cultural sur sol sodique acide

En première analyse, ce qui ressort de cette ultime expérimentation sur sol sodique acide est, à nouveau, l'intérêt d'un apport de surface d'amendement calcique de l'ordre de 4 à 6 t/ha de chaux. Le gain de rendement, entre l'absence d'amendement et l'apport de 6 t/ha de chaux, est faible toutefois : de l'ordre d'une tonne par hectare de grain sec ($8,44 - 7,53 = 0,91$ t/ha). Sans doute faut-il voir là, cette année encore, les conséquences de la forte attaque de "rouille" qui s'est développée, comme en 1984, après la floraison du maïs.

Peut-être la fumure NPK était-elle aussi insuffisante ?

Une analyse très détaillée de l'ensemble des résultats obtenus depuis 1982, tant sur le sol que sur la plante, est indispensable, de toute façon, avant de se prononcer définitivement sur les doses d'amendement à appliquer dans de telles conditions de sol.

4 - RECHERCHES CONDUITES SUR LE VERTISOL HYPER-MAGNESIEN DE LA TAMOA

4.1 - Résultats obtenus sur l'expérimentation au champ.

L'expérimentation au champ sur le vertisol hyper-magnésien de la TAMOA fut remise en place le 2 Août 85.

Les travaux effectués sur le terrain ainsi que les conditions hydriques offertes à la culture sont présentés dans le document annexe 2.1.

Les premiers résultats des observations et des mesures effectuées en cours de végétation et à la récolte figurent dans le document annexe 2.2.

La plante-test utilisée fut encore l'hybride double de maïs XL 82.

La fumure nitro-phospho-potassique, renforcée par rapport à celle appliquée en 1984, comporta,

en fumure de fond : (1000 kg/ha d'engrais complet 10.10.10,
(490 kg/ha de phosphate super-triple,
(150 kg/ha d'urée,

en couverture : 3 épandages de 150 kg/ha d'urée chacun.

Elle apporta donc 380 kg/ha d'azote, 220 kg/ha de P_2O_5 et 100 kg/ha de K_2O .

Les principaux résultats du cycle extraits du document annexe 2.2 sont regroupés dans les tableaux 1 et 2 de l'annexe 2.

4.1.1 - Influence de la nature de l'amendement

La nature de l'amendement, qui n'avait influencé pratiquement aucun paramètre au cours du cycle précédent, a joué en 85 sur les rendements, la teneur en magnésium des tiges et feuilles, les immobilisations en azote et en phosphore des grains.

Lorsque du gypse est ajouté à la croûte calcaire,

- . le rendement passe de 5,16 à 5,40 t/ha,
- . la teneur en magnésium des tiges et feuilles diminue de 0,52 à 0,48 %.
- . les exportations d'azote et de phosphore par les grains augmentent de 79,6 à 82,9 kg/ha pour l'azote et de 16,5 à 17,2 pour le phosphore.

4.1.2 - Influence de la dose de chaux

La dose de chaux, pour sa part, influence toujours la plupart des paramètres, mais souvent en sens inverse de celui de 1984.

| Paramètres influencés | Sens des influences en | |
|--|------------------------|------|
| | 1984 | 1985 |
| Hauteurs des plants | ↘ | ↘ |
| Rendements | ↗ | ↘ |
| Exportations par les grains | | |
| N | ↗ | ↘ |
| P | ↗ | ↘ |
| K | ↗ | ↘ |
| Mg | ↗ | ↘ |
| Résidus de récolte (tiges et feuilles) | ↘ | ↘ |

2 - Sens généraux des influences significatives observées en fonction des doses croissantes de chaux.

D'une façon générale, le rendement (QGT) et les exportations minérales correspondantes (QNG, QPG, QKG et QMgG) diminuent lorsque la dose de chaux augmente. Le rendement passe ainsi de 5,76 à 5,26 puis 4,83 t/ha de grains secs lorsque la dose de chaux croît de 4 à 8 puis 12 t/ha.

4.1.3 - Interaction entre les deux facteurs "nature" et "dose" de l'amendement

De façon plus précise, on observe en réalité sur ces 5 derniers paramètres une interaction significative entre les deux facteurs principaux "nature" et "dose" de l'amendement : en présence de gypse, lorsque la dose de chaux augmente, la diminution du rendement et des immobilisations en azote, phosphore et potassium est plus faible

| Amendements | Doses de chaux en t/ha | | |
|---|------------------------|------|------|
| | 4 | 8 | 12 |
| Croûte calcaire pure | 5,79 | 5,17 | 4,52 |
| Croûte calcaire + gypse (10% de CaO totale) | 5,73 | 5,36 | 5,11 |

3 - Interaction nature x dose de l'amendement sur le rendement en t/ha

4.1.4 - Discussion

Trois faits dominent finalement ce deuxième cycle de maïs sur vertisol hyper-magnésien :

- . le niveau médiocre des rendements,
- . leur classement en fonction des doses croissantes de chaux qui est l'inverse de celui de 84,
- . l'influence favorable du gypse ajouté à la croûte calcaire.

S'agissant du caractère médiocre des rendements, on peut penser que la très forte attaque de rouille qui s'est déclanchée au moment de la floraison en est responsable. On ne saurait, en effet, incriminer les fumures azotées et phosphatées, car les teneurs en azote et en phosphore des grains sont normales (respectivement 1,54 et 0,32 %). Leur teneur en potassium est, certes, en dessous des teneurs correspondant aux rendements élevés (0,41 % au lieu de 0,45 %). Elle est plus faible qu'en 1984 où elle était de (0,43 %). Mais ce niveau ne semble pas correspondre, dans les conditions culturales de la Nouvelle-Calédonie, à celui d'une déficience potassique.

Plus curieuse est l'inversion, par rapport à 84, des rendements en fonction des doses croissantes de chaux. Peut-être ne faut-il voir là que l'influence défavorable sur la croissance du maïs, de l'élévation du pH du sol induite par

les doses élevées de chaux : les plants des parcelles ayant reçu 12 t/ha de CaO étaient chlorotiques. Mais il pourrait s'agir également des conséquences d'une carence en oligoélément qui se serait renforcée à l'issue du premier cycle et/ou sous l'influence des doses croissantes de chaux.

Intéressante, enfin, est la confirmation sur le terrain de l'influence favorable du gypse mise en évidence en serre en 1984. Cette influence favorable apparaît d'ailleurs plus clairement, bien qu'elle ne puisse être probabilisée dans ce cas, sur les parcelles annexes.

On remarquera, au passage, que le rendement des parcelles témoins sans amendement est beaucoup plus élevé en 85 qu'en 84 (2,2 t/ha au lieu de 0,45).

| Traitements | QGT t/ha | Mg/Ca des résidus |
|---|-------------|----------------------|
| Témoins sans amendement | 2,20 | 7,86 |
| 8 t/ha de CaO dont 30 % sous forme de gypse | 4,94 | 4,36 |
| 8 - d° - 50 % - d° - | 6,25 | 3,93 |
| 12 - d° - 30 % - d° - | 5,42 | 4,08 |
| 12 - d° - 50 % - d° - | 6,08 | 4,11 |
| 16 - d° - 30 % - d° - | 4,84 | 3,80 |
| 16 - d° - 50 % - d° - | 5,52 | 3,42 |

4 - Influence de différents apports complémentaires de gypse sur le rendement et le rééquilibrage du rapport Mg/Ca des tiges et feuilles de maïs

4.2 - Etudes expérimentales réalisées en vase de végétation

Trois études furent conduites en serre, entre mars et mai 1985, pour essayer de vérifier les hypothèses formulées au cours du cycle précédent sur les raisons des comportements différents du maïs en serre et au champ.

4.2.1 - Comparaison de la sensibilité au déséquilibre calco-magnésien de six hybrides doubles de maïs

La première hypothèse faite pour expliquer ces différences de comportement était - puisque les hybrides doubles utilisés dans les deux situations

.../...

différait (GH 5004 et XL 82 respectivement) - qu'une certaine variabilité génétique pourrait bien exister au niveau de la sensibilité au déséquilibre calco-magnésien du maïs parmi les nombreux hybrides doubles commercialisés sur le Territoire.

La deuxième hypothèse était que la fumure phosphatée utilisée au champ avait pu apporter suffisamment de calcium pour permettre au maïs de se développer complètement (c'est-à-dire fleurir et produire quelques grains) : le phosphore avait été apporté sous forme de phosphate monopotassique en serre et sous forme de phosphate tricalcique au champ (ce dernier apportant 142 kg/ha de CaO, les deux apports de P₂O₅ étant semblables par ailleurs).

D'où l'idée de comparer la sensibilité du déséquilibre calco-magnésien de différentes variétés de maïs en se plaçant dans les trois situations suivantes, rencontrées en serre et au champ du point de vue de l'apport de calcium :

- aucun apport de calcium,
- apport équivalant à 142 kg/ha de CaO,
- apport équivalant à 4 t/ha de CaO sous forme de croûte calcaire, dose reconnue encore insuffisante pour lever complètement la carence en calcium de GH 5004 comme de XL 82.

Cette étude expérimentale et ses résultats sont présentés dans les documents annexes 2.3.1, 2.3.2 et 2.3.3.

Résultats essentiels

1 - Parmi les 6 hybrides doubles testés, deux d'entre eux apparurent, en effet, très sensibles au déséquilibre calco-magnésien (GH 5004 et XL 81), trois autres nettement moins, (Sergent, Hycorn 9, XL 82) le sixième encore moins (XL 94).

L'expérience ayant été arrêtée au 29ème jour, il serait intéressant évidemment de la reprendre en plein champ et de profiter de l'occasion pour procéder à un criblage intervariétal beaucoup plus large et plus précis.

2 - L'observation assez détaillée des symptômes foliaires de la carence en calcium induite par excès de magnésium a permis aussi, de préciser l'échelle de "carence en calcium" qui avait été ébauchée en 84 par J.L. JICQUEL. Celle-ci est la suivante :

.../...

- 0 - aucun signe de carence en calcium ;
- 1 - frisotement ou décoloration du bord du limbe,
- 2 - frisotement et décoloration du bord du limbe sur une largeur inférieure à 3 mm ;
- 3 - frisotement et décoloration du bord du limbe sur une largeur supérieure à 3 mm ;
- 4 - frisotement du bord du limbe et coloration vert-jaune du limbe ;
- 5 - frisotement du bord du limbe et coloration jaune-vert du limbe ;
- 6 - décoloration et déchirure du limbe sur le tiers de sa largeur ;
- 7 - décoloration et déchirure du limbe jusqu'à la nervure centrale ;
- 8 - mort de la feuille.

Elle s'est avérée applicable aux 6 hybrides.

Pour un plant donné, elle permet de définir alors un "indice de carence total" ou "cumulé" qui est la somme des notes attribuées à chaque feuille du plant complètement dégainée, et un indice moyen qui est l'indice précédent divisé par le nombre de feuilles correspondant.

Il reste à vérifier cependant que cette échelle traduit bien une différence de teneur en calcium des plants.

3 - Sans parler d'antagonisme, la carence en calcium est d'autant plus facile à observer que la nutrition phosphatée est mieux assurée.

4.2.2 - Influence du soufre sur la croissance et les immobilisations minérales du maïs

La troisième hypothèse, concernant les différences de comportement du maïs en serre et au champ, portait sur le soufre.

En serre, une possible carence en soufre avait été presque mise en évidence lors du test de carences en éléments majeurs et mineurs du sol, début 84. Mais du chlorure de potassium avait été utilisé pour cette expérimentation, comme pour toutes les autres de 84 d'ailleurs.

Au champ, du sulfate de potassium avait été appliqué comme fumure potassique. Une synergie entre la carence en calcium et une carence en soufre n'existerait-elle donc pas qui aurait été atténuée au champ par l'utilisation de sulfate de potassium ?

.../...

L'expérience conduite en vases de végétation consista en la comparaison des effets de 4 doses de soufre - 0, 32, 96 et 192 kg/ha apportés sous forme de sulfate de fer - sur la croissance et les immobilisations minérales du maïs. Elle fut arrêtée au 32ème jour.

Ses résultats et les modalités de sa conduite sont présentés dans les documents annexes 2.4.1, 2.4.2 et 2.4.3.

Résultats essentiels

1 - La croissance la plus vigoureuse du maïs fut observée sur les pots ayant reçu l'équivalent de 32 kg/ha de soufre.

2 - Les symptômes de carence en calcium diminuaient significativement lorsque les doses de soufre augmentaient.

3 - Par contre, des symptômes de "chlorose" et des signes de carence en phosphore apparaissaient sur les plants ayant reçu les deux plus fortes doses de soufre.

4 - De fait, leurs immobilisations en azote et en phosphore au niveau des parties aériennes étaient beaucoup plus faibles sur ces deux traitements.

5 - Mais ces dernières observations étaient peut-être dues à l'utilisation de sulfate ferreux. Celui-ci a pu entraîner un blocage partiel du phosphore au niveau du sol. Il a contribué, de toute façon, à la mise en solution de quantités de calcium et de magnésium assez importantes et qui augmentaient avec les doses de soufre.

6 - Il est possible aussi qu'un certain antagonisme soit apparu au niveau de la plante entre les ions SO_4^{--} et PO_4^{---} .

7 - Finalement, cette expérience ne permettait pas de conclure nettement à l'existence possible d'une carence en soufre. Elle mériterait cependant d'être reprise avec des doses plus faibles de soufre et différents sels, un optimum se situant peut-être entre 0 et 32 kg/ha de soufre.

4.2.3 - Influence de la fumure potassique sur la croissance et les immobilisations minérales du maïs

La quatrième hypothèse, concernant les raisons des différences de comportement du maïs observées en serre et au champ, était la mise en jeu d'un antagonisme important au niveau de la plante entre le potassium et le calcium.

.../...

Cet antagonisme pourrait ainsi conduire, dans des conditions comme celles de la TAMOA, à un renforcement de la carence en calcium dans le cas d'une trop forte fumure potassique : en serre, la fumure potassique utilisée avait été élevée (188,4 kg/ha de K_2O) ; au champ, elle fut, au contraire, modeste (68 kg/ha de K_2O).

L'étude en serre, montée pour tester cette hypothèse, consista ainsi en la comparaison de l'influence de 4 doses de K_2O - 0, 68, 204 et 408 kg/ha sous forme de sulfate de potassium - sur la croissance et le développement du maïs. Elle fut arrêtée au 32ème jour.

Ses résultats détaillés et les modalités de sa conduite sont présentés dans les documents annexes 2.5.1, 2.5.2 et 2.5.3.

Résultats essentiels

1 - Les doses croissantes de K_2O n'influencèrent pas de façon significative la croissance en hauteur en cours de végétation, et le rendement en matière sèche au 32ème jour, la tendance étant néanmoins à une diminution de l'une comme de l'autre. Ces résultats confirment d'une certaine façon les observations faites antérieurement sur vertisol non-magnésien.

2 - Les symptômes de carence en calcium augmentèrent, par contre, de façon significative avec les doses croissantes de potasse.

3 - Cette observation correspondait effectivement, à la récolte, à une baisse très hautement significative de la teneur en calcium des parties aériennes, bien que celle-ci, déjà faible sans apport de fumure potassique, ne soit pas considérable.

4 - On observait également une diminution très hautement significative de la teneur en magnésium des parties aériennes. Cette diminution était relativement plus importante que celle de la teneur en calcium.

5 - Par contre, les teneurs en potassium des parties aériennes augmentaient considérablement avec les doses croissantes de K_2O , de même que les teneurs en azote et en phosphore.

6 - D'une façon générale, les rendements en matière sèche diminuaient lorsque l'indice de carence en calcium augmentait.

.../...

7 - Finalement, l'hypothèse formulée au cours du cycle 84 semble confirmée. Si la fumure potassique est un moyen efficace pour diminuer l'absorption de magnésium par la plante, elle renforce néanmoins la carence en calcium liée à l'excès de magnésium.

4.2.4 - Synthèse des résultats expérimentaux obtenus en serre en 1985

Les hypothèses faites à l'issue du cycle 84, sur les raisons des différences de comportement du maïs en serre et au champ, étaient donc vérifiées dans trois cas sur quatre :

- . il existe des différences de sensibilité à la carence en calcium en fonction des variétés ;
- . cette carence est d'autant plus accusée que la carence en phosphore du terrain est atténuée ;
- . elle est renforcée, par ailleurs, par une trop forte fumure potassique.

5 - CONCLUSIONS

Au terme de l'année 1985, l'intérêt des amendements calciques pour les deux types de sols retenus en 1980, les sols sodiques acides et les vertisols magnésiens, était vérifié à nouveau.

S'agissant du premier sol, les conclusions de 1984 peuvent être reprises sans changement. Très peu fertile naturellement, ce type de sol apparaît, comme un excellent support pour des cultures vivrières dès lors que ses carences en éléments majeurs sont compensées, l'apport d'amendement calcique améliorant encore les rendements mais dans des proportions moindres. Une dose de 4 t/ha doit pouvoir être conseillée dans des situations comparables à celle du champ étudié, une application de surface étant apparemment suffisante.

L'étude de l'influence sur le sol des différentes doses et modalités d'application de la croûte calcaire utilisée, qui doit commencer prochainement, pourrait, cependant, conduire à modifier légèrement ce point de vue, notamment en ce qui concerne le rôle et l'intérêt d'un amendement de profondeur.

En tout état de cause, une synthèse générale s'impose avant de proposer le lancement de l'étape suivante : l'étude de la variabilité des facteurs de la fertilité de ce type de sol.

.../...

S'agissant du vertisol hyper-magnésien, les résultats obtenus au champ en 1985 sont dominés par trois faits :

. de médiocres rendements, sans doute, encore une fois, à cause de la rouille ;

. une influence défavorable (sur la croissance et le rendement) des doses croissantes de chaux, contraire à celle observée en 1984 ;

. l'influence favorable, par contre, du gypse qui n'avait pu être mise en relief sur le terrain en 1984.

L'inversion des rendements en fonction des doses de chaux entre 84 et 85 est difficile à expliquer. S'agirait-il d'une carence en un oligoélément ? La question devrait être réétudiée en serre avant la mise en place du cycle 86.

Le rôle favorable du gypse mériterait lui aussi d'être réétudié en serre afin de préciser les doses à apporter.

Ces études expérimentales en vases de végétation sous serre sont apparues en effet particulièrement utiles en 1985 pour vérifier rapidement le bien-fondé des hypothèses formulées au champ. Elles ont ainsi permis de s'assurer :

1°/ - qu'il doit effectivement exister chez le maïs des différences de sensibilité au déséquilibre calco-magnésien en fonction des variétés ;

2°/ - que la carence en calcium est d'autant plus forte que la carence en phosphore est atténuée par la fumure phosphatée ;

3°/ - qu'une fumure potassique excessive peut, par contre, renforcer la carence en calcium.

Une quatrième étude en serre, concernant l'existence possible d'une carence en soufre, n'a pas abouti. Mais, en raisons des conditions expérimentales qui furent choisies, cette étude mériterait d'être reprise. Elle va d'ailleurs dans le même sens que l'étude du rôle favorable du gypse.

A N N E X E 1.

PRINCIPAUX RESULTATS OBTENUS EN 1985
SUR L'EXPERIMENTATION DE BASE SUR SOL SODIQUE ACIDE.

1 - INFLUENCE DE DIFFERENTES DOSES DE CROUTE CALCAIRE SUR UNE CULTURE DE MAIS SUR SOL SODIQUE ACIDE.

RESULTATS DU CINQUIEME CYCLE CULTURAL (1985).

| PARAMETRES | Sigles | Unités | \bar{X} | CV ₁ | CV ₂ | CV ₃ | pte | Plantes | | | pte | Doses d'amendement calcaique de surface (t/ha) | | | | pte | Doses d'amendement calcaique de profondeur (t/ha) | |
|------------|--------------------|--------|-----------|-----------------|-----------------|-----------------|--------|---------|--------|--------------|--------|--|--------|--------|-------|--------|---|---|
| | | | | | | | | 1 | 2 | 3 | | 0 | 2 | 4 | 6 | | 0 | 2 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| H55 | cm | 23,95 | 43,38 | 18,60 | 10,31 | 0,004 | 24,03 | 23,79 | 24,03 | <u>0,993</u> | 23,47 | 21,14 | 24,02 | 27,18 | 0,877 | 23,49 | 24,41 | |
| H62 | cm | 47,72 | 54,60 | 21,59 | 11,24 | 0,037 | 47,30 | 48,92 | 46,95 | <u>0,993</u> | 47,21 | 40,87 | 47,81 | 54,99 | 0,904 | 46,64 | 48,81 | |
| H69 | cm | 82,02 | 44,86 | 26,26 | 8,87 | 0,044 | 80,77 | 82,77 | 82,52 | 0,835 | 81,54 | 72,54 | 81,79 | 92,20 | 0,948 | 80,29 | 83,75 | |
| H76 | cm | 142,39 | 34,49 | 15,50 | 7,62 | 0,072 | 141,04 | 145,56 | 140,56 | <u>0,993</u> | 138,94 | 127,98 | 145,18 | 157,45 | 0,862 | 140,44 | 144,34 | |
| H83 | cm | 199,79 | 16,88 | 12,59 | 6,29 | 0,693 | 198,46 | 206,48 | 194,43 | 0,947 | 195,11 | 186,93 | 205,58 | 211,53 | 0,471 | 198,83 | 200,75 | |
| V55-62 | cm/j | 3,40 | 68,69 | 26,15 | 14,51 | 0,117 | 3,32 | 3,59 | 3,27 | <u>0,990</u> | 3,39 | 2,82 | 3,40 | 3,97 | 0,864 | 3,31 | 3,49 | |
| V62-69 | cm/j | 4,90 | 32,56 | 42,43 | 11,22 | 0,141 | 4,78 | 4,84 | 5,08 | 0,293 | 4,90 | 4,52 | 4,85 | 5,31 | 0,834 | 4,81 | 4,99 | |
| V69-76 | cm/j | 8,62 | 22,24 | 26,03 | 10,56 | 0,426 | 8,61 | 8,97 | 8,29 | 0,803 | 8,20 | 7,92 | 9,06 | 9,32 | 0,228 | 8,59 | 8,66 | |
| V76-83 | cm/j | 8,20 | 40,45 | 16,80 | 17,92 | 0,383 | 8,20 | 8,70 | 7,70 | 0,754 | 8,02 | 8,42 | 8,63 | 7,73 | 0,413 | 8,34 | 8,06 | |
| DL | plt/m ² | 8,92 | 16,69 | 7,74 | 5,04 | 0,819 | 9,44 | 8,88 | 8,44 | <u>0,986</u> | 8,90 | 8,57 | 9,00 | 9,21 | 0,274 | 8,89 | 8,94 | |
| DR | plt/m ² | 7,03 | 3,43 | 2,87 | 2,78 | 0,846 | 7,09 | 7,04 | 6,97 | 0,776 | 7,02 | 6,96 | 7,06 | 7,09 | 0,388 | 7,05 | 7,01 | |
| PGR | g/plt | 120,14 | 7,70 | 8,30 | 8,78 | 0,021 | 120,28 | 120,36 | 119,79 | <u>0,995</u> | 112,82 | 119,66 | 123,30 | 124,78 | 0,830 | 118,47 | 121,81 | |
| PRR | g/plt | 20,47 | 5,58 | 7,91 | 7,55 | 0,668 | 20,09 | 20,70 | 20,63 | 0,762 | 19,86 | 20,87 | 20,46 | 20,69 | 0,410 | 20,37 | 20,57 | |
| PGU | g/plt | 111,86 | 13,57 | 6,85 | 9,10 | 0,383 | 113,66 | 112,30 | 109,61 | <u>0,998</u> | 106,47 | 107,67 | 114,99 | 118,30 | 0,818 | 110,25 | 113,47 | |
| PGT | g/plt | 112,90 | 12,66 | 9,60 | 6,55 | 0,432 | 114,49 | 113,30 | 110,91 | <u>0,998</u> | 107,27 | 109,20 | 116,03 | 119,10 | 0,843 | 111,29 | 114,52 | |
| QGR | g/m ² | 845,04 | 10,03 | 9,79 | 8,75 | 0,253 | 852,77 | 846,81 | 835,53 | <u>0,996</u> | 792,14 | 832,67 | 870,88 | 884,46 | 0,698 | 835,39 | 854,69 | |
| QGT | g/m ² | 793,99 | 15,01 | 10,03 | 6,18 | 0,662 | 811,74 | 796,65 | 775,58 | <u>0,988</u> | 753,20 | 759,72 | 819,31 | 843,73 | 0,852 | 784,71 | 803,27 | |
| NET | épis/pl | 0,97 | 2,49 | 2,70 | 3,00 | 0,630 | 0,97 | 0,96 | 0,97 | 0,751 | 0,96 | 0,97 | 0,97 | 0,97 | 0,233 | 0,97 | 0,97 | |
| GRU | g | 259,25 | 3,27 | 4,52 | 3,69 | 0,450 | 260,16 | 260,55 | 257,05 | 0,932 | 255,21 | 257,08 | 263,93 | 260,80 | 0,868 | 261,11 | 257,40 | |
| PTFR | g/plt | 112,00 | 17,33 | 19,07 | 13,36 | 0,681 | 107,56 | 115,32 | 113,14 | 0,649 | 106,58 | 110,63 | 117,27 | 113,53 | 0,422 | 113,75 | 110,25 | |
| PAR | g/plt | 132,48 | 14,51 | 17,03 | 11,71 | 0,707 | 127,64 | 136,02 | 133,77 | 0,657 | 126,45 | 131,50 | 137,73 | 134,22 | 0,649 | 134,13 | 130,83 | |
| PART | g/plt | 252,62 | 8,01 | 11,83 | 8,19 | 0,491 | 247,92 | 256,37 | 253,56 | 0,955 | 239,26 | 251,17 | 261,02 | 259,01 | 0,009 | 262,60 | 252,63 | |

1bis - INFLUENCE DE DIFFERENTES DOSES DE CROUTE CALCAIRE SUR UNE CULTURE DE MAIS SUR SOL SODIQUE ACIDE.
 RESULTATS DU CINQUIEME CYCLE CULTURAL (1985).

| PARAMETRES | | \bar{X} | CV ₁ | CV ₂ | CV ₃ | pte | Plantes | | | pte | Doses d'amendement calcaire de surface (t/ha) | | | | pte | Doses d'amendement calcaire de profondeur (t/ha) | |
|------------|--------|-----------|-----------------|-----------------|-----------------|-------|---------|------|------|-------|---|------|------|------|-------|--|------|
| Sigles | Unités | | | | | | 1 | 2 | 3 | | 0 | 2 | 4 | 6 | | 0 | 2 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| NGR | % | 1,46 | 11,14 | 5,00 | 4,18 | 0,161 | 1,44 | 1,47 | 1,47 | 0,476 | 1,48 | 1,44 | 1,46 | 1,46 | 0,829 | 1,47 | 1,45 |
| PGR | % | 0,23 | 13,19 | 7,53 | 6,67 | 0,772 | 0,24 | 0,23 | 0,23 | 0,970 | 0,23 | 0,23 | 0,23 | 0,24 | 0,822 | 0,23 | 0,24 |
| KGR | % | 0,36 | 5,93 | 9,52 | 5,16 | 0,068 | 0,36 | 0,36 | 0,36 | 0,440 | 0,36 | 0,36 | 0,35 | 0,36 | 0,458 | 0,36 | 0,36 |
| MgGR | % | 0,11 | 8,57 | 4,99 | 4,72 | 0,296 | 0,11 | 0,11 | 0,11 | 0,188 | 0,11 | 0,11 | 0,11 | 0,11 | 0,005 | 0,11 | 0,11 |
| CdrsG | % | 2,93 | 12,99 | 51,10 | 16,84 | 0,486 | 2,93 | 2,86 | 2,99 | 0,438 | 2,90 | 2,48 | 3,03 | 3,30 | 0,352 | 2,87 | 2,98 |
| NTF | % | 0,75 | 11,45 | 16,75 | 15,27 | 0,450 | 0,77 | 0,73 | 0,75 | 0,453 | 0,73 | 0,74 | 0,79 | 0,75 | 0,492 | 0,76 | 0,74 |
| PTF | % | 0,07 | 22,52 | 20,95 | 22,73 | 0,207 | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,758 | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,06 | 0,766 | 0,07 | 0,06 |
| KTF | % | 1,48 | 9,27 | 17,02 | 12,38 | 0,692 | 1,44 | 1,47 | 1,54 | 0,074 | 1,49 | 1,46 | 1,48 | 1,51 | 0,834 | 1,45 | 1,52 |
| NaTF | % | 0,02 | 10,54 | 19,24 | 17,48 | 0,085 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,925 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,381 | 0,02 | 0,02 |
| CaTF | % | 0,21 | 39,24 | 30,13 | 21,96 | 0,378 | 0,22 | 0,22 | 0,20 | 0,475 | 0,23 | 0,22 | 0,21 | 0,20 | 0,117 | 0,21 | 0,21 |
| MgTF | % | 0,37 | 5,78 | 13,08 | 12,54 | 0,626 | 0,38 | 0,38 | 0,36 | 0,115 | 0,37 | 0,37 | 0,38 | 0,38 | 0,022 | 0,37 | 0,37 |
| Cdrs TF | % | 8,53 | 7,50 | 12,50 | 12,10 | 0,704 | 8,79 | 8,35 | 8,44 | 0,219 | 8,64 | 8,37 | 8,43 | 8,66 | 0,207 | 8,50 | 8,56 |
| SiTF | % | 4,49 | 9,32 | 18,58 | 21,09 | 0,861 | 4,78 | 4,32 | 4,36 | 0,141 | 4,55 | 4,36 | 4,44 | 4,59 | 0,110 | 4,50 | 4,47 |

2 - INFLUENCE DE DIFFERENTES DOSES DE CROUTE CALCAIRE SUR UNE CULTURE DE MAIS SUR SOL SODIQUE ACIDE.
 RESULTATS DU CINQUIEME CYCLE CULTURAL (1985). (interactions significatives).

| PARAMETRES | | Pté | Doses d'amendement calcaire de profondeur (t/ha) | PLANTES X DOSES D'AMENDEMENT CALCAIQUE DE PROFONDEUR. | | | | | | | | | | | |
|------------|--------|-------|--|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Sigles | Unités | | | plt1x0 | plt1x2 | plt1x4 | plt1x6 | plt2x0 | plt2x2 | plt2x4 | plt2x6 | plt3x0 | plt3x2 | plt3x4 | plt3x6 |
| PRR | g/plt | 0,972 | 0 | 19,98 | 20,70 | 18,82 | 19,80 | 21,77 | 19,93 | 23,21 | 20,43 | 19,35 | 22,48 | 18,88 | 21,08 |
| | | | 2 | 19,20 | 20,63 | 25,21 | 20,32 | 19,33 | 21,45 | 19,88 | 21,57 | 19,55 | 20,03 | 22,70 | 20,97 |
| PTFR | g/plt | 0,972 | 0 | 108,17 | 98,86 | 124,51 | 105,60 | 116,90 | 109,70 | 122,11 | 127,70 | 106,66 | 139,11 | 98,40 | 107,35 |
| | | | 2 | 95,90 | 105,10 | 110,64 | 111,65 | 101,07 | 116,72 | 120,05 | 108,29 | 110,80 | 94,30 | 127,90 | 120,59 |
| PAR | g/plt | 0,974 | 0 | 128,15 | 119,56 | 143,33 | 125,40 | 138,67 | 129,64 | 143,34 | 148,13 | 126,59 | 161,01 | 117,28 | 128,43 |
| | | | 2 | 115,10 | 125,74 | 131,89 | 131,97 | 120,40 | 138,17 | 139,93 | 129,86 | 130,35 | 114,33 | 150,60 | 141,56 |
| PART | g/plt | 0,974 | 0 | 241,21 | 236,92 | 263,90 | 241,59 | 257,18 | 243,85 | 268,62 | 272,10 | 229,62 | 287,55 | 234,41 | 254,25 |
| | | | 2 | 231,16 | 249,08 | 261,85 | 257,64 | 229,35 | 261,50 | 260,55 | 257,83 | 247,06 | 228,10 | 276,82 | 270,63 |
| NATF | % | 0,995 | 0 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,03 | 0,03 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 |
| | | | 2 | 0,03 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,02 |

3 - INFLUENCE DE DIFFERENTES DOSES DE CROUTE CALCAIRE SUR UNE CULTURE DE MAIS SUR SOL SODIQUE ACIDE. RESULTATS DU CINQUIEME CYCLE CULTURAL (1985) (interactions significatives).

| PARAMETRES | | Pté | plantes | Doses d'amendement calcique de surface (t/ha) | | | |
|------------|--------------------|--------------|---------|---|------|------|------|
| Sigles | Unités | | | 0 | 2 | 4 | 6 |
| DL | plt/m ² | <u>0,973</u> | 1 | 9,20 | 9,45 | 9,58 | 9,52 |
| | | | 2 | 8,92 | 8,73 | 8,91 | 8,94 |
| | | | 3 | 8,58 | 7,53 | 8,50 | 9,16 |
| DR | plt/m ² | <u>0,974</u> | 1 | 7,03 | 7,04 | 7,16 | 7,12 |
| | | | 2 | 7,07 | 7,11 | 6,99 | 6,97 |
| | | | 3 | 6,97 | 6,71 | 7,03 | 7,19 |
| CaTF | % | <u>0,985</u> | 1 | 0,27 | 0,18 | 0,23 | 0,19 |
| | | | 2 | 0,24 | 0,24 | 0,22 | 0,18 |
| | | | 3 | 0,18 | 0,23 | 0,16 | 0,24 |

4 - INFLUENCE DE DIFFERENTES DOSES DE CROUTE CALCAIRE SUR UNE CULTURE DE MAIS SUR SOL SODIQUE ACIDE. RESULTATS DU CINQUIEME CYCLE CULTURAL (1985) (interactions significatives).

| PARAMETRES | | Pté | Doses d'amendement calcaire de profondeur (t/ha) | Doses d'amendement calcaire de surface. (t/ha) | | | |
|--------------------|--------------------|-------|--|--|-------|-------|-------|
| Sigles | Unités | | | 0 | 2 | 4 | 6 |
| H ₅₅ | cm | 0,978 | 0 | 23,41 | 22,10 | 22,75 | 25,70 |
| | | | 2 | 23,53 | 20,17 | 25,29 | 28,66 |
| H ₆₉ | cm | 0,952 | 0 | 80,83 | 74,58 | 77,71 | 88,03 |
| | | | 2 | 82,25 | 70,50 | 85,88 | 96,36 |
| V ₇₆₋₈₃ | cm/j | 0,952 | 0 | 8,17 | 7,90 | 8,71 | 8,59 |
| | | | 2 | 7,88 | 8,95 | 8,55 | 6,86 |
| DR | płt/m ² | 0,974 | 0 | 7,06 | 6,88 | 7,06 | 7,22 |
| | | | 2 | 6,99 | 7,03 | 7,07 | 6,96 |
| NGR | % | 0,965 | 0 | 1,52 | 1,46 | 1,44 | 1,46 |
| | | | 2 | 1,43 | 1,43 | 1,48 | 1,46 |

A N N E X E 2.

PRINCIPAUX RESULTATS OBTENUS EN 1985
SUR L'EXPERIMENTATION DE BASE SUR VERTISOL HYPER-MAGNESIEN.

1 - INFLUENCE DE TROIS DOSES DE CHAUX DE DEUX AMENDEMENTS CALCIQUES DIFFERENTS SUR UNE CULTURE DE MAÏS SUR VERTISOL HYPER-MAGNESIEN : CYCLE 1985..
DEUXIEME CYCLE.

| PARAMETRES | | CV* | X ² ** | des X̄ | INFLUENCE DES FACTEURS CONTROLES | | | | | | | | | | | | | |
|------------|--------------------|-------|-------------------|-----------|----------------------------------|-------|------------------------|-------|---------------------|--------------------|--------------------|-------|---------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Sigles | Unités | | | | % | V.R. | Nature de l'amendement | | | Dose de CaO | | | Interaction nature * dose | | | | | |
| | | Pté F | Calcaire | Gypse | | | Pté F | 4t/ha | 8t/ha | 12t/ha | Calcaire | | | Gypse | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| DL | Nbr/m ² | 12,2 | 1.000 | 9,739 | 0,268 | 9,812 | 9,667 | 0,587 | 10,088 | 9,516 | 9,613 | 0,101 | 10,181 | 9,654 | 9,601 | 9,996 | 9,379 | 9,626 |
| DR | Nbr/m ² | 2,7 | 1.000 | 7,837 | 0,777 | 7,807 | 7,868 | 0,966 | 7,907 ^a | 7,860 ^a | 7,745 ^b | 0,324 | 7,897 | 7,798 | 7,724 | 7,918 | 7,922 | 7,765 |
| H47 | cm | 11,6 | 1.000 | 31,4 | 0,466 | 31,1 | 31,7 | 1.000 | 36,0 ^a | 31,7 ^a | 26,4 ^c | 0,733 | 36,3 | 30,4 | 26,5 | 35,8 | 33,1 | 26,2 |
| H54 | cm | 13,4 | 1.000 | 48,2 | 0,299 | 47,9 | 48,5 | 1.000 | 56,5 ^a | 48,9 ^b | 39,2 ^c | 0,457 | 57,2 | 47,5 | 38,9 | 55,8 | 50,3 | 39,4 |
| H61 | cm | 12,5 | 1.000 | 78,9 | 0,454 | 78,0 | 79,8 | 1.000 | 92,3 ^a | 80,7 ^b | 63,8 ^c | 0,395 | 93,3 | 77,7 | 63,0 | 91,3 | 83,7 | 64,3 |
| H68 | cm | 11,4 | 1.000 | 136,3 | 0,440 | 134,8 | 137,7 | 1.000 | 156,0 ^a | 138,5 ^b | 114,3 ^c | 0,708 | 158,4 | 133,7 | 112,4 | 153,6 | 143,4 | 116,2 |
| H75 | cm | 6,5 | 1.000 | 192,5 | 0,345 | 191,1 | 193,9 | 1.000 | 204,6 ^a | 196,8 ^a | 176,1 ^b | 0,873 | 207,2 | 191,7 | 174,2 | 202,0 | 201,8 | 177,9 |
| V47,54 | cm/j | 19,7 | 1.000 | 2,395 | 0,134 | 2,404 | 2,386 | 1.000 | 2,911 ^a | 2,449 ^b | 1,826 ^c | 0,377 | 2,994 | 2,442 | 1,777 | 2,827 | 2,455 | 1,875 |
| V54,61 | cm/j | 14,3 | 1.000 | 4,386 | 0,744 | 4,300 | 4,473 | 1.000 | 5,111 ^a | 4,545 ^b | 3,503 ^c | 0,653 | 5,149 | 4,314 | 3,438 | 5,074 | 4,777 | 3,568 |
| V61,68 | cm/j | 12,4 | 1.000 | 8,198 | 0,480 | 8,119 | 8,278 | 1.000 | 9,100 ^a | 8,260 ^a | 7,235 ^b | 0,732 | 9,299 | 7,997 | 7,059 | 8,901 | 8,523 | 7,410 |
| V68,75 | cm/j | 16,4 | 1.000 | 8,029 | 0,028 | 8,034 | 8,024 | 1.000 | 6,946 ^a | 8,320 ^a | 8,821 ^b | 0,012 | 6,978 | 8,293 | 8,831 | 6,913 | 8,347 | 8,812 |
| PGR | g/plt | 14,5 | 1.000 | 77,1 | 0,337 | 75,8 | 78,4 | 0,999 | 84,0 ^a | 77,9 ^{ab} | 69,5 ^b | 0,802 | 85,9 | 76,2 | 65,4 | 82,1 | 79,7 | 73,6 |
| PGU | g/plt | 8,6 | 1.000 | 66,1 | 0,932 | 64,8 | 67,4 | 1.000 | 71,5 ^a | 65,6 ^b | 61,2 ^b | 0,926 | 71,8 | 65,0 | 57,7 | 71,2 | 66,2 | 64,7 |
| PGR | g/plt | 8,4 | 1.000 | 67,3 | 0,934 | 66,0 | 68,6 | 1.000 | 72,9 ^a | 67,0 ^b | 62,1 | 0,943 | 73,3 | 66,3 | 58,5 | 72,4 | 67,7 | 65,7 |
| PRR | g/plt | 10,4 | 1.000 | 15,1 | 0,392 | 15,0 | 15,3 | 1.000 | 16,8 ^a | 15,3 ^b | 13,4 ^c | 0,681 | 17,0 | 14,9 | 13,0 | 16,5 | 15,6 | 13,8 |
| PTFR | g/plt | 18,8 | 1.000 | 93,5 | 0,334 | 92,5 | 94,3 | 0,964 | 98,7 ^a | 96,0 ^a | 85,5 ^b | 0,941 | 94,5 | 91,0 | 92,0 | 103,1 | 101,6 | 78,9 |
| PAR | g/plt | 16,8 | 1.000 | 108,6 | 0,374 | 107,5 | 109,6 | 0,989 | 115,5 ^a | 111,3 ^a | 98,9 ^b | 0,921 | 111,5 | 105,9 | 105,0 | 119,6 | 116,6 | 92,7 |
| PART | g/plt | 12,7 | 1.000 | 185,7 | 0,405 | 183,3 | 188,1 | 0,999 | 199,5 ^a | 189,2 ^a | 168,4 ^b | 0,420 | 197,4 | 182,1 | 170,4 | 201,6 | 196,3 | 166,3 |
| TGER | % | 1,5 | 1.000 | 83,5 | 0,397 | 83,4 | 83,6 | 0,471 | 83,3 | 83,5 | 83,7 | 0,771 | 83,4 | 83,6 | 83,3 | 83,2 | 83,5 | 84,2 |
| QGR | g/m ² | 14,2 | 1.000 | 605,6 | 0,756 | 593,5 | 617,7 | 1.000 | 664,0 ^a | 613,2 ^a | 539,8 ^b | 0,827 | 678,4 | 594,2 | 507,6 | 649,2 | 632,1 | 571,9 |
| QGU | g/m ² | 8,3 | 1.000 | 518,3 | 0,972 | 506,5 | 530,1 | 1.000 | 565,0 ^a | 515,6 ^b | 474,4 ^c | 0,936 | 566,7 | 507,2 | 445,7 | 563,3 | 524,0 | 503,1 |
| QGT | g/m ² | 8,0 | 1.000 | 528,3 | 0,974 | 516,1 | 539,8 | 1.000 | 575,9 ^a | 526,4 ^b | 481,6 ^c | 0,954 | 579,1 ^a | 516,9 ^a | 452,4 ^c | 572,7 ^a | 535,9 ^b | 510,8 ^b |
| GRU | g | 4,7 | 1.000 | 216,9 | 0,045 | 216,8 | 216,9 | 1.000 | 228,9 ^a | 214,9 ^b | 206,9 ^b | 0,815 | 230,7 | 216,1 | 203,6 | 227,1 | 213,6 | 210,1 |
| GRUR | g | 6,5 | 1.000 | 228,8 | 0,143 | 229,2 | 228,5 | 1.000 | 241,0 ^a | 229,8 ^b | 215,7 ^c | 0,263 | 243,3 | 229,0 | 215,2 | 238,8 | 230,7 | 216,2 |
| NEU | nbr/pl | 5,2 | 1.000 | 0,761 | 0,810 | 0,755 | 0,768 | 0,633 | 0,770 | 0,760 | 0,754 | 0,426 | 0,771 | 0,750 | 0,744 | 0,769 | 0,769 | 0,764 |
| NGE | nbr/épi | 8,6 | 1.000 | 400,4 | 0,711 | 396,0 | 404,8 | 0,673 | 406,7 | 402,4 | 392,0 | 0,459 | 405,4 | 402,2 | 380,3 | 408,0 | 402,6 | 403,7 |
| NTF | % | 18,1 | 1.000 | 0,858 | 0,978 | 0,902 | 0,813 | 0,310 | 0,869 | 0,835 | 0,869 | 0,914 | 0,901 | 0,938 | 0,869 | 0,837 | 0,732 | 0,869 |
| PTF | % | 25,6 | 1.000 | 0,163 | 0,282 | 0,165 | 0,161 | 0,948 | 0,148 | 0,161 | 0,179 | 0,768 | 0,149 | 0,174 | 0,171 | 0,147 | 0,148 | 0,188 |
| KTF | % | 17,1 | 1.000 | 1,105 | 0,223 | 1,098 | 1,111 | 0,459 | 1,132 | 1,066 | 1,115 | 0,384 | 1,157 | 1,040 | 1,097 | 1,107 | 1,092 | 1,133 |
| CATF | % | 18,3 | 1.000 | 0,100 | 0,917 | 0,104 | 0,096 | 1.000 | 0,085 ^a | 0,096 ^a | 0,118 ^b | 0,354 | 0,087 | 0,102 | 0,122 | 0,084 | 0,090 | 0,114 |
| MGTF | % | 12,3 | 1.000 | 0,499 | 0,966 | 0,516 | 0,483 | 0,755 | 0,485 | 0,497 | 0,515 | 0,438 | 0,490 | 0,526 | 0,531 | 0,480 | 0,469 | 0,500 |
| MG/CATF | - | 17,3 | 1.000 | 5,237 | 0,032 | 5,233 | 5,241 | 1.000 | 5,879 ^a | 5,322 ^a | 4,510 ^b | 0,403 | 6,011 | 5,316 | 4,371 | 5,747 | 5,327 | 4,649 |
| TNGR | % | 2,9 | 1.000 | 1,540 | 0,423 | 1,543 | 1,537 | 0,124 | 1,544 | 1,540 | 1,537 | 0,828 | 1,534 | 1,556 | 1,540 | 1,553 | 1,524 | 1,534 |
| TPGR | % | 4,0 | 1.000 | 0,320 | 0,344 | 0,321 | 0,319 | 0,997 | 0,312 ^a | 0,323 ^a | 0,325 ^b | 0,205 | 0,314 | 0,323 | 0,325 | 0,310 | 0,323 | 0,326 |
| TKGR | % | 6,3 | 1.000 | 0,408 | 0,217 | 0,409 | 0,407 | 0,145 | 0,410 | 0,406 | 0,408 | 0,395 | 0,414 | 0,408 | 0,404 | 0,406 | 0,404 | 0,411 |
| TMgGR | % | 5,4 | 1.000 | 0,139 | 0,458 | 0,140 | 0,139 | 0,197 | 0,139 | 0,140 | 0,139 | 0,269 | 0,140 | 0,141 | 0,138 | 0,137 | 0,139 | 0,139 |
| PNGR | g/plt | 14,5 | 1.000 | 1,186 | 0,389 | 1,168 | 1,204 | 0,999 | 1,292 ^a | 1,200 ^b | 1,067 ^b | 0,697 | 1,311 | 1,186 | 1,008 | 1,272 | 1,215 | 1,126 |
| PPGR | g/plt | 13,4 | 1.000 | 0,246 | 0,675 | 0,242 | 0,250 | 0,998 | 0,262 ^a | 0,251 ^a | 0,225 ^b | 0,901 | 0,270 | 0,246 | 0,211 | 0,255 | 0,257 | 0,239 |
| PKGR | g/plt | 13,4 | 1.000 | 0,314 | 0,353 | 0,309 | 0,319 | 1.000 | 0,343 ^a | 0,316 ^b | 0,282 ^b | 0,936 | 0,354 | 0,310 | 0,262 | 0,332 | 0,323 | 0,301 |
| PMgGR | g/plt | 14,5 | 1.000 | 0,107 | 0,466 | 0,106 | 0,109 | 0,999 | 0,116 ^a | 0,109 ^b | 0,096 ^b | 0,880 | 0,120 | 0,107 | 0,090 | 0,113 | 0,111 | 0,102 |
| QNGR | g/m ² | 14,1 | 1.000 | 9,313 | 0,718 | 9,141 | 9,485 | 1.000 | 10,211 ^a | 9,438 ^a | 8,290 ^b | 0,703 | 10,354 | 9,246 | 7,284 | 10,067 | 9,631 | 8,756 |
| QP GR | g/m ² | 13,0 | 1.000 | 1,933 | 0,773 | 1,896 | 1,970 | 0,999 | 2,073 | 1,977 | 1,749 | 0,917 | 2,131 | 1,919 | 1,639 | 2,015 | 2,036 | 1,859 |

* Il s'agit du C.V. de l'analyse de variance du carré latin ** Il s'agit du X² de BARTLETT du test d'homogénéité des variances résiduelles, les blocs étant pris sur les lignes.

2 - INFLUENCE DE TROIS DOSES DE CHAUX DE DEUX AMENDEMENTS CALCIQUES DIFFERENTS SUR UNE CULTURE DE MAÏS SUR VERTISOL HYPER-MAGNESIEN : CYCLE 1985
DEUXIEME CYCLE.

| PARAMETRES | | CV* | X ² ** des | \bar{X} | INFLUENCE DES FACTEURS CONTROLES | | | | | | | | | | | | | |
|------------|------------------|------|--------------------------|-----------|----------------------------------|----------|--------|-------------|--------|--------|--------|---------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Sigles | Unités | % | V.R. | | Nature de l'amendement | | | Dose de CaO | | | | Interaction nature * dose | | | | | | |
| | | | | | Pté F | Calcaire | Gypse | Pté F | 4t/ha | 8t/ha | 12t/ha | Calcaire | | Gypse | | | | |
| | | | | | | | | | | | | Pté F | 4t/ha | 8t/ha | 12t/ha | 4t/ha | 8t/ha | 12t/ha |
| QKGR | g/m ² | 13,1 | 1,000 | 2,463 | 0,745 | 2,419 | 2,507 | 1,000 | 2,713 | 2,490 | 2,186 | 0,945 | 2,799 | 2,423 | 2,035 | 2,628 | 2,558 | 2,337 |
| OMgGR | g/m ² | 14,0 | 1,000 | 0,842 | 0,352 | 0,828 | 0,855 | 1,000 | 0,921 | 0,858 | 0,747 | 0,896 | 0,949 | 0,837 | 0,699 | 0,893 | 0,878 | 0,794 |
| PNIFR | g/plt | 25,7 | 1,000 | 9,795 | 0,845 | 0,830 | 0,759 | 0,727 | 0,845 | 0,791 | 0,748 | 0,414 | 0,845 | 0,846 | 0,799 | 0,846 | 0,736 | 0,697 |
| PPTFR | g/plt | 31,9 | 1,000 | 0,150 | 0,042 | 0,150 | 0,149 | 0,158 | 0,145 | 0,153 | 0,152 | 0,224 | 0,140 | 0,156 | 0,155 | 0,151 | 0,150 | 0,148 |
| PKTFR | g/plt | 19,4 | 1,000 | 1,020 | 0,295 | 1,011 | 1,029 | 0,941 | 1,094 | 1,015 | 0,951 | 0,941 | 1,062 | 0,948 | 1,024 | 1,127 | 1,083 | 0,878 |
| PCaTFR | g/plt | 31,5 | 1,000 | 0,094 | 0,680 | 0,097 | 0,090 | 0,813 | 0,086 | 0,093 | 0,102 | 0,468 | 0,086 | 0,095 | 0,112 | 0,086 | 0,092 | 0,092 |
| PMgTFR | g/plt | 24,7 | 1,000 | 0,466 | 0,39 | 0,478 | 0,454 | 0,447 | 0,482 | 0,475 | 0,441 | 0,723 | 0,473 | 0,477 | 0,485 | 0,491 | 0,473 | 0,398 |
| QNTFR | g/m ² | 26,5 | 1,000 | 6,226 | 0,790 | 6,477 | 5,976 | 0,809 | 6,685 | 6,201 | 5,793 | 0,374 | 6,664 | 6,590 | 6,176 | 6,706 | 5,812 | 5,410 |
| QPTFR | g/m ² | 32,5 | 1,000 | 1,172 | 0,047 | 1,169 | 1,174 | 0,090 | 1,147 | 1,195 | 1,173 | 0,213 | 1,100 | 1,209 | 1,197 | 1,194 | 1,180 | 1,149 |
| QKTFR | g/m ² | 20,1 | 1,000 | 8,007 | 0,390 | 7,907 | 8,107 | 0,965 | 8,662 | 7,978 | 7,381 | 0,939 | 8,395 | 7,392 | 7,935 | 8,928 | 8,564 | 6,827 |
| QCaTFR | g/m ² | 25,2 | 1,000 | 3,652 | 0,491 | 3,730 | 3,575 | 0,694 | 3,816 | 3,725 | 3,417 | 0,715 | 3,735 | 3,713 | 3,741 | 3,897 | 3,736 | 3,092 |
| QMgTFR | g/m ² | 25,2 | 1,000 | 3,652 | 0,491 | 3,730 | 3,575 | 0,694 | 3,816 | 3,725 | 3,417 | 0,715 | 3,735 | 3,713 | 3,741 | 3,897 | 3,736 | 3,092 |
| QNPAR | g/m ² | 13,7 | 1,000 | 15,539 | 0,245 | 15,618 | 15,460 | 0,999 | 16,895 | 15,639 | 14,083 | 0,104 | 17,018 | 15,835 | 14,001 | 16,773 | 15,443 | 14,166 |
| QPPAR | g/m ² | 15,3 | 1,000 | 3,104 | 0,495 | 3,065 | 3,144 | 0,917 | 3,220 | 3,172 | 2,922 | 0,219 | 3,231 | 3,128 | 2,836 | 3,208 | 3,216 | 3,007 |
| QKPAR | g/m ² | 16,2 | 1,000 | 10,470 | 0,486 | 10,326 | 10,614 | 0,995 | 11,375 | 10,468 | 9,567 | 0,879 | 11,194 | 9,814 | 9,970 | 11,556 | 11,122 | 9,164 |
| QMgPAR | g/m ² | 21,1 | 1,000 | 4,494 | 0,420 | 4,558 | 4,430 | 0,885 | 4,737 | 4,582 | 4,163 | 0,422 | 4,684 | 4,550 | 4,440 | 4,790 | 4,615 | 3,886 |
| PNG | g/plt | 7,5 | 1,000 | 1,036 | 0,934 | 1,018 | 1,054 | 1,000 | 1,123 | 1,031 | 0,955 | 0,956 | 1,122 | 1,031 | 0,902 | 1,123 | 1,031 | 1,008 |
| PPG | g/plt | 8,7 | 1,000 | 0,215 | 0,900 | 0,211 | 0,219 | 1,000 | 0,227 | 0,216 | 0,202 | 0,967 | 0,230 | 0,214 | 0,190 | 0,224 | 0,218 | 0,214 |
| PKG | g/plt | 9,1 | 1,000 | 0,274 | 0,871 | 0,269 | 0,279 | 1,000 | 0,298 | 0,271 | 0,252 | 0,979 | 0,303 | 0,269 | 0,236 | 0,293 | 0,273 | 0,269 |
| PMgG | g/plt | 8,5 | 1,000 | 0,094 | 0,844 | 0,092 | 0,095 | 1,000 | 0,101 | 0,094 | 0,086 | 0,977 | 0,102 | 0,093 | 0,081 | 0,099 | 0,094 | 0,091 |
| QNG | g/m ² | 7,2 | 1,000 | 8,125 | 0,978 | 7,957 | 8,293 | 1,000 | 8,873 | 8,101 | 7,401 | 0,956 | 8,859 | 8,039 | 6,973 | 8,887 | 8,163 | 7,830 |
| QPG | g/m ² | 8,4 | 1,000 | 1,686 | 0,956 | 1,651 | 1,722 | 1,000 | 1,797 | 1,698 | 1,564 | 0,974 | 1,819 | 1,670 | 1,465 | 1,776 | 1,727 | 1,662 |
| QKG | g/m ² | 8,9 | 1,000 | 2,148 | 0,934 | 2,105 | 2,192 | 1,000 | 2,356 | 2,134 | 1,955 | 0,982 | 2,352 | 2,103 | 1,820 | 2,320 | 2,165 | 2,090 |
| QMgG | g/m ² | 7,9 | 1,000 | 0,734 | 0,935 | 0,721 | 0,747 | 1,000 | 0,798 | 0,736 | 0,667 | 0,985 | 0,809 | 0,728 | 0,625 | 0,787 | 0,744 | 0,710 |

* Il s'agit du C.V. de l'analyse de variance du carré latin ** Il s'agit du X² de BARTLETT du test d'homogénéité des variances résiduelles, les blocs étant pris sur les lignes.