

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
NOUVELLE-CALÉDONIE
ET DÉPENDANCES

DIDER

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
J. L. JICQUEL
Y. HUELVAN

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

RESULTATS DES ETUDES EXPERIMENTALES CONDUITES EN 1984

AVENANT N° 5 DU 02.01.1985

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
J.L. JICQUEL
Y. HUELVAN.

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

RÉSULTATS DES ÉTUDES EXPÉRIMENTALES CONDUITES EN 1984.

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

Avenant n° 5 du 02.01.1985.

S O M M A I R E

DOCUMENTS ANNEXES CONCERNANT L'AVENANT 5	4
DOCUMENTS ANTERIEURS	5
1. RAPPELS DES OBJECTIFS DE LA CONVENTION ET DES RESULTATS ACQUIS ANTERIEUREMENT	7
2. OBJECTIFS ET ORGANISATION GENERALE DES RECHERCHES CONDUITES EN 1984	10
2.1. Recherches sur sol sodique acide	10
2.2. Recherches sur vertisol hypermagnésien	11
3. RECHERCHES CONDUITES SUR LE CHAMP DE REFERENCE SUR SOL SODIQUE ACIDE ...	12
3.1. Résultats obtenus sur maïs fourrage	12
3.2. Résultats obtenus sur maïs grain	13
3.3. Résultats obtenus sur haricot	14
3.4. Synthèse des résultats obtenus sur sol sodique acide	23
4. RECHERCHES CONDUITES SUR VERTISOL HYPER-MAGNESIEN	24
4.1. Choix du site destiné à l'implantation de l'expérimentation de base	24
4.2. Recherches expérimentales en serre	26
4.2.1. Mise en évidence des carences en éléments majeurs et mineurs du sol	26
4.2.2. Mise en évidence de l'intérêt d'un rééquilibrage du rapport Mg/Ca	28
4.2.3. Etude de l'influence de quatre doses de chaux de trois mélanges différents de croûte calcaire et de gypse	31
4.2.4. Etude de l'influence de trois doses de CaO de trois amendements..	37
4.2.5. Etude d'une éventuelle interaction entre fumure azotée et teneur en gypse de l'amendement	38
4.3. Résultats du premier cycle cultural au champ	39
4.3.1. Remarques préliminaires sur l'état initial du sol avant l'appli- cation des amendements	40
4.3.2. Effets des formes et doses d'amendement sur le développement et les composantes du rendement à la récolte	41
4.3.3. Effets des formes et doses d'amendement sur le sol à la fin du premier cycle	43
4.3.4. Résultats des observations effectuées concomitamment sur des parcelles annexes	43
4.4. Synthèse des résultats acquis en serre et au champ sur vertisol hyper-magnésien	44

5 - CONCLUSIONS	45
-----------------------	----

ANNEXES

1 - Compte-rendus des observations effectuées les 05.02.81 et 09.02.81 sur des champs de sorgho des vallées de la TAMOA et de la TONTOUTA	55
2 - Résultats analytiques des enquêtes initiales	62
3 - Sels et solutions nutritives utilisés pour la mise en évidence des carences en éléments majeurs et mineurs	67
4 - Doses d'amendements calciques et fumures minérales utilisées pour l'étude de l'influence de quatre doses de chaux et de trois mélanges différents de carbonate et de sulfate de calcium sur une culture de maïs sur vertisol hyper-magnésien	73
5 - Influence de trois doses de CaO de trois amendements calciques sur une culture de maïs sur vertisol hyper-magnésien	79
6 - Etude d'une éventuelle interaction entre fumure azotée et teneur en gypse de l'amendement	84

DOCUMENTS ANNEXES CONCERNANT L'AVENANT 5.

Dix documents annexes peuvent être éventuellement consultés pour plus d'informations sur les travaux réalisés au titre de l'avenant 5. Ils sont intitulés de la façon suivante :

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".

1.1. Annexe 84-1. Temps de travaux, pluviométrie, irrigation, multig., 8 p.

1.2. Annexe 84-2. Résultats des observations et des mesures, multig., 120 p.

2. Documents concernant le 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".

2.1.1. Annexe 84-1. Protocole expérimental, multig. 16 p.

2.1.2. Annexe 84-2. Temps de travaux, pluviométrie, irrigation, multig., 9 p.

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.

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.

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.

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.

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.

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.

DOCUMENTS ANTERIEURS.

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, multigr., 8 p. 7 tableaux, 1 carte, Sept. 82.

2.2. Résultats expérimentaux des cultures en serre sur sol sodique acide. ORSTOM Ed, multigr., 90 p. dont 2 graph. et 57 tableaux, Sept. 82.

2.3. Test d'homogénéité initial du champ expérimental. ORSTOM Ed., multigr., 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., multigr., 49 p., dont 3 schémas 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., multigr., 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., multigr., 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. Multigr. 20 p.

3.3. Annexe 82-2. Protocoles des études expérimentales en serre sur maïs, tournesol et haricot. Multigr. 3 p.

3.4. Annexe 82-3. Résultats expérimentaux obtenus au champ et en serre sur maïs (1982-1983). Multigr., 120 p.

3.5. Annexe 82-4. Résultats expérimentaux obtenus au champ et en serre sur tournesol (1982-83). Multigr., 125 p.

3.6. Annexe 82-5. Résultats expérimentaux obtenus au champ et en serre sur haricot (1982-83). Multigr., 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. Multigr., 7 annexes, 187 p.

4.2. Même intitulé. Données complémentaires. Annexes 5bis, 6bis et 7bis. Multigr., 69 p.

1 - RAPPELS DES OBJECTIFS DE LA CONVENTION ET DES RESULTATS ACQUIS ANTERIEUREMENT.

Ce paragraphe reprend, en les complétant, les paragraphes 1 des documents antérieurs de 1982 et 1983.

-o0o-

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 1.1. de la liste des références antérieures) ;

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

. 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.

- o0o -

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 2.1. de la liste des références) ;

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

. 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 2.4. et 2.5. de la liste des références).

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 des sols sodiques.

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.

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 2.6. (cf liste des documents antérieurs). 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.

-o0o-

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, par ailleurs, 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 grains et un rendement en grains 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 :

7,32t/ha de grains secs sur maïs,

2,64t/ha de grains secs sur haricot,

25,3t/ha de tubercules commercialisables 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'engorgement en plusieurs points 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 par ailleurs à ne pas réutiliser la pomme de terre comme plante-test à côté d'autres cultures, les besoins en eau de cette plante étant différents de ceux des deux autres.

2 - OBJECTIFS ET ORGANISATION GENERALE DES RECHERCHES CONDUITES EN 1984-85.

2.1. Recherches sur sol sodique acide.

Pour répondre aux questions et remarques soulevées à l'issue de l'expérimentation 83, il fut donc décidé :

1°/ d'utiliser le deuxième facteur subsidiaire encore libre pour tester l'intérêt d'un apport de 2t/ha de CaO, toujours sous forme de croûte calcaire, entre 35 et 45cm de profondeur, à l'aide d'une sous-solèuse. Cet appareil était équipé, sur l'arrière du coutre, d'un tube d'injection débouchant au niveau du talon et biseauté vers l'arrière (afin d'éviter les bourrages),

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

2.2. Recherches sur vertisol hyper-magnésien.

Dans le même temps, l'évolution du plan de charge du CREA permettait à ce dernier d'envisager la mise en place d'une nouvelle expérimentation de base sur un nouveau type de sol pour 1984.

Il fut donc décidé d'aborder effectivement l'étude des effets des amendements calciques sur vertisol hyper-magnésien.

La recherche d'un terrain de référence avait été, en réalité, entreprise dès 1983. Elle avait débouché sur le choix d'un champ de la vallée de la TAMOË sur lequel deux agriculteurs successifs avaient enregistré au total cinq échecs culturels sur des cultures de maïs et de sorgho, le caractère magnésien du champ pouvant être finalement incriminé pour expliquer ces difficultés.

Comme en 1981 pour l'étude des effets des amendements calciques sur le champ de référence sur sol sodique acide, les recherches devaient comporter successivement :

1°/des études expérimentales en serre destinées à mettre en évidence les carences en éléments majeurs et mineurs du sol, puis à vérifier l'intérêt d'un apport d'amendement, enfin à préciser progressivement la fourchette à l'intérieure de laquelle devaient se tenir les doses à tester au champ ;

2°/ la mise en place de l'expérimentation de base et la conduite du premier cycle.

3 - RECHERCHES CONDUITES SUR LE CHAMP DE REFERENCE SUR SOL SODIQUE ACIDE .

L'enfouissement en profondeur de 2 t/ha de chaux sous forme de croûte calcaire, décidé à l'issue du troisième cycle cultural (cf ci-dessus paragraphe 2.1.) fut réalisé les 20 et 21.12.83, un mois donc après la récolte, le 15.11.83, du maïs du cycle précédent. Ceci devait permettre à l'amendement d'agir sur le sol avant le quatrième cycle cultural. Les semis des trois cultures eurent lieu le 06.08.84.

Leur conduite et les conditions hydriques qui leur furent offertes sont résumées dans le document annexe 1.1.*.

Les résultats des observations et des mesures figurent dans le document annexe 1.2.*.

3.1. Résultats obtenus sur "maïs fourrage", variété Sergeant.

En raison des événements de la fin 84 qui isolèrent régulièrement l'expérimentation, cette culture ne put être récoltée comme elle aurait dû l'être au stade pâteux. Aussi fut-il décidé de la laisser aller à son terme. Elle fut récoltée le 28.12.84.

3.1.1. En premier lieu, on peut remarquer (cf le tableau 1.1. ci-après) que les 4 doses de croûte calcaire (0, 2, 4 et 6t/ha de CaO) apportées en surface en 1982 ont agi significativement sur un beaucoup plus grand nombre de paramètres que lors des cycles précédents. D'une façon générale, le rendement en grains secs (QGm) passe de 3,53 à 5,40 t/ha lorsque la quantité de chaux passe de 0 à 6 t/ha. Les immobilisations correspondantes en azote, phosphore, potassium et magnésium (QNGm, QPGm, QKGm, QMGm) augmentent également avec les doses de chaux.

A l'inverse, les résidus de récolte et les immobilisations correspondantes en azote, phosphore et magnésium (QTFR, QNTFR, QPTFR, QMgTFR) sont les plus élevés sur les parcelles n'ayant reçu aucun amendement.

* cf, en tête du rapport, la liste des documents annexes de l'avenant 5.

3.1.2. En second lieu, on remarque que l'amendement calcique, injecté en profondeur n'a eu aucune action directe apparente sur les paramètres observés (cf le tableau 1.2. ci-après). Seule la quantité de magnésium immobilisée dans les tiges et feuilles (QMgTFR) a été influencée significativement, diminuant sur les parcelles amendées (l'influence de l'amendement injecté en profondeur étant en cela comparable à celle de l'amendement appliqué en surface).

3.1.3. En réalité, le rôle de cet apport complémentaire de croûte calcaire apparaît au niveau de son interaction avec l'apport de surface de 1982. Cette interaction s'observe sur les poids de grains par plant (PGURm et PGm) et la masse des résidus de récolte QTFR (cf tableau 1.3. ci-après). Elle montre qu'en l'absence d'amendement de surface le poids de grains est beaucoup plus élevé sur les parcelles amendées en profondeur que sur celles n'ayant reçu aucun amendement (5,66 t/ha contre 3,58 t/ha), mais qu'en présence de l'amendement antérieur de surface le rendement diminue lorsque les doses de chaux augmentent (cf les résultats obtenus sur PGm, tableau 1.3.).

3.1.4. D'une façon générale, les rendements ne sont pas très élevés malgré la forte fumure nitro-phospho-potassique appliquée*.

Ceci est dû certainement à la forte attaque de rouille qui se déclancha peu après la sortie des soies. Une autre raison est aussi - peut-être - la densité de peuplement trop élevée pour un maïs fourrage transformé en maïs grains : 7,77 plants/m².

3.2. Résultats obtenus sur "maïs grains", variété XL-82.

3.2.1. Sur maïs grains l'amendement calcique appliqué en 1982 a lui aussi influencé de façon significative un plus grand nombre de paramètres qu'en 1982 et 1983 (cf tableau 2.1. ci-après).

Le rendement en grains secs passe ainsi de 5,66 à 6,24 t/ha lorsque la dose de chaux passe de 0 à 6t/ha. Les teneurs des grains en phosphore, potassium et magnésium diminuent par contre avec les doses croissantes d'amendement.

* soit 300kg/ha d'azote, 135kg/ha de P₂O₅ et 75kg/ha de K₂O . L'azote fut appliqué en 3 fois : 150kg au semis, suivis de 2 épandages de 75kg (cf le document annexe 1.1.).

3.2.2. L'injection de 2t/ha de CaO en profondeur n'a influencé significativement que 4 paramètres (cf le tableau 2.2. ci-après).

D'une façon générale elle a ralenti la croissance des plants (cf, tableau 2.2., les hauteurs aux 38ème et 45ème jours et la vitesse de croissance en hauteur entre ces deux moments).

3.2.3. Quelques interactions entre les deux applications d'amendement apparaissent également, comme sur le "maïs fourrage".

Les paramètres influencés sont (cf le tableau 2.3. ci-après) :

1°/ le poids de 1000 grains (GRU) qui est maximum sur les parcelles ayant reçu 2t/ha de CaO en surface et en profondeur, et qui est plus élevé en moyenne sur les parcelles n'ayant reçu aucun amendement en profondeur ;

2°/ les teneurs en phosphore et en potassium des grains qui sont plus élevées, en moyenne, sur les parcelles non-amendées en profondeur, mais qui diminuent aussi plus fortement sur ces dernières que sur celles ayant reçu 2t/ha de CaO en profondeur.

3.2.4. Comme pour le "maïs-fourrage" et certainement pour la même raison - la rouille -, les rendements enregistrés sont médiocres malgré la fumure appliquée (200kg/ha d'azote, 90kg/ha de P₂O₅ et 50kg/ha de K₂O, l'azote étant appliqué en 3 fois : 100kg au semis, puis 2 fois 50kg par la suite), la densité de peuplement étant, par ailleurs, normale pour cette culture: 6,42 plants au m².

3.3. Résultats obtenus sur haricot, variété Navy bean.

3.3.1. L'amendement calcique de surface a également eu de nombreux effets sur le haricot (cf le tableau 3.1. ci-après).

Le rendement en grains (QG) passe ainsi de 1,67t/ha à 2,16t/ha de grains secs. On notera ici, au passage, qu'une distorsion importante apparaît, pour la première fois depuis le début de l'expérimentation, entre les rendements observés sur les parcelles et les rendements estimés à partir des pieds de référence, ces derniers rendements étant 1,5 fois plus élevés que les premiers.

1.1. EFFETS DE QUATRE DOSES D'AMENDEMENT CALCIQUE SUR LE MAIS FOURRAGE.

Paramètres Sigles	Unités	pté	Doses de CaO (t/ha)				Coefficients de variation moyens
			0	2	4	6	
PGR	g/plt	+	56,85	72,31	83,09	75,06	19,49
QGR	g/m ²	+	438,58	562,54	647,98	584,98	18,76
PGURm	g/plt	+++	44,84	57,84	62,79	68,68	13,40
PGm	g/plt	+++	46,17	59,48	65,11	69,39	12,34
QGm	g/m ²	+++	353,11	462,05	508,37	539,85	11,99
PTFR	g/plt	+	78,41	70,53	68,70	68,18	8,38
QTFR	g/m ²	+	606,14	547,62	536,92	529,63	7,05
TMgTF	%	+	0,29	0,31	0,26	0,29	9,65
QNTFR	g/m ²	+	5,40	4,26	3,88	3,95	17,00
QPTFR	g/m ²	++	5,22	3,21	3,30	3,51	25,94
QMgTFR	g/m ²	+	1,77	1,70	1,38	1,52	12,29
TNGR	%	+++	1,62	1,48	1,44	1,40	5,19
QPGR	g/m ²	+	1,36	1,60	1,91	1,67	16,60
QKGR	g/m ²	+	1,64	2,16	2,52	2,28	18,26
QNGm	g/m ²	++	5,66	6,83	7,32	7,57	11,75
QPGm	g/m ²	+++	1,08	1,32	1,51	1,53	11,30
QKGm	g/m ²	+++	1,31	1,77	1,98	2,10	13,06
QMgGm	g/m ²	+++	0,44	0,56	0,61	0,63	12,08

1.2. EFFETS DE DEUX DOSES SUPPLEMENTAIRES D'AMENDEMENT CALCIQUE ENFOUIES EN PROFONDEUR, SUR LE MAIS FOURRAGE.

Paramètres		pté	Doses de CaO enfouies.		Coefficients de variation moyens.
sigles	unités		0	2	
QMgTFR	g/m ²	+	1,68	1,50	12,29

1.3. INTERACTIONS ENTRE LES DOSES D'AMENDEMENT CALCIQUE DE SURFACE ET DE PROFONDEUR, SUR LE MAIS FOURRAGE.

Paramètres Sigles	Unités	pté	Doses CaO enfouies t/ha	Doses de CaO de surface.				Coefficients de variation moyens
				0	2	4	6	
PGURm	g/plt	+	0	33,26	59,17	64,04	73,48	13,40
			2	56,41	56,50	61,53	63,88	
PGm	g/plt	+	0	35,76	60,76	66,68	73,43	12,34
			2	56,58	58,21	63,55	65,36	
QTFR	g/m ²	+	0	668,57	539,31	547,62	530,42	7,05
			2	543,70	555,92	526,22	528,84	

2.1. EFFETS DE QUATRE DOSES D'AMENDMENT CALCIQUE SUR LE MAIS GRAIN.

Paramètres Sigles	Unités	pté	Doses de CaO (t/ha)				Coefficients de variation moyens
			0	2	4	6	
GRU	g	++	233,95	249,71	227,04	224,09	11,77
H 38	cm	++	19,38	18,42	19,64	20,52	4,35
H 45	cm	++	35,51	33,76	37,00	39,03	5,40
H 52	cm	++	72,22	69,37	75,97	82,06	6,52
V ₃₈₋₄₅	cm/j	+	2,30	2,19	2,48	2,64	9,21
V ₄₅₋₅₂	cm/j	+	5,24	5,09	5,57	6,15	11,24
PGURm	g/plt	++	86,20	89,15	94,50	97,67	5,85
PGm	g/plt	++	86,86	90,21	95,48	98,73	5,58
QGm	g/m ²	+	564,79	584,50	608,61	624,22	5,51
PTFGR	g/plt	+	166,03	166,62	180,05	186,50	7,79
TCaTF	%	+	0,10	0,12	0,14	0,17	6,90
QCaTFR	g/m ²	++	0,37	0,42	0,57	0,70	26,07
TPGR	%	++	0,32	0,29	0,29	0,29	4,07
TKGR	%	+++	0,48	0,43	0,42	0,43	3,42
TMgGR	%	+++	0,14	0,13	0,13	0,13	4,05
QKGm	g/m ²	+	2,71	2,53	2,58	2,70	7,56

2.2. EFFETS DE DEUX DOSES SUPPLEMENTAIRES D'AMENDEMENT CALCIQUE ENFOUIES EN PROFONDEUR, SUR LE MAIS GRAIN.

Paramètres		pté	Doses de CaO enfouies.		Coefficients de variation moyens.
sigles	unités		0	2	
H ₃₈	cm	+	19,87	19,12	4,35
H ₄₅	cm	+	37,43	35,21	5,40
V ₃₈₋₄₅	cm/j	+	2,51	2,30	9,21
TCaTF	%	+	0,11	0,15	19,73

2.3. INTERACTIONS ENTRE LES DOSES D'AMENDMENT CALCIQUE DE SURFACE ET DE PROFONDEUR, SUR LE MAIS GRAIN.

Paramètres Sigles	Unités	pté	Doses CaO enfouies	Doses de CaO de surface.				Coefficients de variation moyens
				0	2	4	6	
GRU	g	+	0	245,05	245,17	231,32	220,56	3,39
			2	222,84	254,25	222,76	227,61	
TPGR	%	+	0	0,33	0,29	0,28	0,29	4,07
			2	0,30	0,29	0,30	0,29	
TKGR	%	+	0	0,49	0,44	0,41	0,44	3,42
			2	0,47	0,43	0,44	0,43	

3.1. EFFETS DE QUATRE DOSES D'AMENDEMENT CALCIQUE SUR LE HARICOT.

Paramètres Sigles	Unités	pté	Doses de CaO (t/ha)				Coefficients de variation moyens
			0	2	4	6	
QG	g/m ²	++	166,87	200,44	220,81	216,37	16,99
QGR	g/m ²	+	220,21	271,02	273,15	302,48	16,80
QGC	g/m ²	+	195,50	247,90	247,54	273,19	16,24
PGURh	g/plt	++	9,39	10,87	12,51	12,08	19,3
PGh	g/plt	++	9,56	11,07	12,67	12,35	17,15
TCaTF	%	+++	0,36	0,43	0,47	0,56	9,47
TNGR	%	+++	4,02	3,73	3,54	3,50	6,51
TCaGR	%	++	0,12	0,13	0,15	0,15	18,09
QCaGR	g/m ²	+++	0,26	0,36	0,41	0,46	27,52
QPGh	g/m ²	+	0,67	0,82	0,89	0,94	16,08
QKGh	g/m ²	+	2,76	3,20	3,58	3,49	12,45
QCaGh	g/m ²	+++	0,20	0,27	0,33	0,33	13,41

3.2. EFFETS DE DEUX DOSES SUPPLEMENTAIRES D'AMENDEMENT CALCIQUE ENFOUIES EN PROFONDEUR, SUR LE HARICOT.

Paramètres		pté	Doses de CaO enfouies.		Coefficients de variation moyens.
sigles	unités		0	2	
TCaTF	%	+	0,43	0,48	9,47
TNGR	%	++	3,80	3,60	2,69

Mais leur classement en fonction des doses est le même dans les deux cas. S'agit-il d'un séchage insuffisant ou, au contraire, trop poussé ? Ou bien d'échantillons non représentatifs ?

Ont augmenté également avec les doses de chaux les immobilisations en phosphore, en potassium et en calcium des grains (QPGh, QKGh et QCaGh, cf le tableau 3.1.).

La teneur en azote des grains (TNGR) diminue, par contre, avec les doses croissantes d'amendement.

3.3.2. L'influence de l'amendement enfoui en profondeur ne s'est faite ressentir que sur deux paramètres, la teneur en calcium des tiges et feuilles et la teneur en azote des grains (TCATF et TNGR) : la première augmente naturellement sur les parcelles amendées tandis que la seconde diminue.

3.3.3. Sur cette plante on n'observe aucune interaction entre les amendements de surface et les amendements de profondeur.

3.3.4. D'une façon générale, les rendements obtenus auraient dû être plus élevés : la densité de peuplement était normale (17,65 plants/m²), la fumure appliquée correcte (120kg/ha d'azote, 100kg/ha de P₂O₅, 100kg/ha de K₂O). Mais la récolte ayant dû être différée de trois semaines en raison des événements de la fin 84, un certain pourcentage de grains a dû être perdu (ceci expliquant aussi, peut être, la distorsion signalée plus haut au paragraphe 3.3.1., les pieds de référence ayant pu être pris non-aléatoirement).

3.4. Synthèse des résultats obtenus en 1984 sur sol sodique acide.

A l'issue de ce quatrième cycle cultural sur sol sodique acide, trois faits se dégagent :

1°/ l'injection de 2t/ha de chaux en profondeur n'a pas entraîné, la première année, d'amélioration sensible des rendements. Au contraire, elle semble antagoniste de l'application d'amendement en surface ;

2°/ les applications antérieures d'amendement en surface ont, par contre, influencé beaucoup plus nettement les rendements qu'en 1982 et 1983 : les rendements les plus élevés s'observent cette année sur la dose la plus forte de CaO (6t/ha) ;

3°/ l'hétérogénéité des conditions expérimentales a diminué (les coefficients de variations résiduelles étant plus faibles que ceux des années antérieures). Ceci pourrait être dû au sous-solage général du champ auquel il fut procédé à l'occasion de l'injection d'amendement en profondeur ;

4°/ les rendements sont médiocres. S'agissant du maïs, ceci peut s'expliquer par la forte attaque de rouille qui s'est déclanchée à mi-cycle au moment de l'apparition des soies. Pour ce qui est du haricot, un pourcentage non négligeable de grains a dû être perdu, la récolte n'ayant pu être effectuée à temps.

4 - RECHERCHES CONDUITES SUR VERTISOL HYPER-MAGNÉSIEEN.

4.1. Choix du site destiné à l'implantation de l'expérimentation de base.

Le plan de charge du CREA devant s'alléger fin 83 d'un essai, la mise en place de l'expérimentation de base destinée à l'étude des effets des amendements calciques sur vertisol magnésien* pouvait être envisagée pour 1984.

La recherche d'un site répondant aux critères nécessaires à l'étude démarra donc en mai 1983. Le site devait être :

- . magnésien à hypermagnésien ;
- . homogène sur une étendue d'environ 1ha ;
- . à proximité d'un cours d'eau permanent et suffisant pour une irrigation d'appoint en période sèche ;
- . disponible pour une expérimentation de cinq ans ;
- . accessible aux équipes du CREA et de l'ORSTOM.

Parmi les sites proposés, celui de la propriété GAUDE, dans la vallée de la TAMOA, répondait le mieux aux critères ci-dessus.

* Pour mémoire, deuxième type de sol retenu en 1980 pour l'étude des effets des amendements calciques sur les sols cultivables de Nouvelle-Calédonie.

De plus, le terrain en question - à l'origine sous savane à Niaouli - avait fait l'objet de cinq tentatives successives de mise en valeur par des cultures de maïs et de sorgho qui s'étaient toutes soldées par des échecs : les plants n'arrivaient pas à se développer en hauteur, présentaient d'extraordinaires déformations et déchirures foliaires qui se nécrosaient rapidement, tallaient (pour le maïs) ou tallaient de façon excessive (pour le sorgho) sans qu'il soit possible aux phytopathologistes d'incriminer un parasite quelconque, ni les variétés utilisées (cf en annexe 1 les résultats de l'enquête phytosanitaire conduite par F. PELLEGRIN, le 09.02.81, sur les propriétés MAITRE et PIERSON).

Une première série de 5 prélèvements opérés dans les horizons (0-20) et (20-40) cm permet de vérifier rapidement* le caractère hyper-magnésien du site, identifié comme tel auparavant par la DIDER : rapports moyens (Mg/Ca) échangeables de $(44,8/4,0) = 11,3$ en surface et de $(48,4/3,5) = 13,8$ en profondeur (cf le tableau 1 de l'annexe 2).

Une enquête plus précise fut alors lancée qui eut pour objectif de vérifier l'homogénéité du champ et de situer correctement les niveaux de ses bases échangeables. 36 échantillons furent ainsi prélevés à la croisée de 6 lignes et de 6 colonnes espacées les unes des autres, dans les deux sens, de 20 mètres. Le résultat des déterminations effectuées figure dans le tableau 2 de l'annexe 2.

Leur analyse en carré latin révéla un gradient orienté dans le sens des colonnes (sens perpendiculaire à celui du lit de la TAMOA toute proche) sauf pour ce qui est du sodium et du rapport Mg/Ca^{++} . Le tableau ci-dessous résume l'essentiel de ces résultats.

Paramètres (bases en m ^e /100g).	Coefficients de variation résiduelle.			Moyenne
	des blocs pris sur les lignes	des blocs pris sur les colonnes	des données ana- lysées en carré latin.	
Calcium échangeable	17,0	11,3	9,8	4,66
Magnésium d°	15,2	11,9	11,7	40,23
Potassium d°	28,8	18,9	19,5	0,56
Sodium d°	15,3	15,7	14,5	0,46
Somme des bases d°	14,6	10,9	10,7	45,92
Rapport Mg/Ca	13,7	14,8	13,3	8,68

4 - Résultats de l'analyse statistique des données de la deuxième enquête sur le site de la TAMOA.

* Selon la technique LATHAM-CHANU mise au point en 1981.

- . Un dispositif expérimental du type "blocs pris sur les lignes" ou carré latin s'imposait donc ;
- . Une analyse complète du sol en double, sur un échantillon moyen montra en fin de compte que le sol en question est riche en chrome (cf tableau 3 annexe 2).

4.2. Recherches expérimentales en serre.

A l'issue de la deuxième enquête, le terrain en question ayant été retenu, 3 tonnes de terre environ furent prélevées à la bêche dans l'horizon (0-20cm) à l'intérieur du quadrilatère où serait située l'expérimentation au champ.

Cette terre fut séchée au tunnel à l'infra-rouge à 42°C, concassée et tamisée à 6mm, puis homogénéisée et utilisée progressivement pour la réalisation de cinq études expérimentales successives en vases de végétation, sous serre. Ces études se déroulèrent de décembre 1983 à juillet 1984. Leurs objectifs et leurs résultats furent les suivants*.

4.2.1. Mise en évidence des carences en éléments majeurs et mineurs du sol.

La première étude, appliquant le principe des essais soustractifs de CHAMINADE, eut pour objectif de mettre en évidence les carences en éléments majeurs et mineurs du sol. La plante-test utilisée était un maïs (l'hybride double GH 5004). Le dispositif était du type essai en blocs complets équilibrés avec 6 répétitions, les "parcelles" étant représentées par 2 pots. Les éléments testés étaient les suivants : N, P, K, B, Ca, Mo, S et Zn. Deux autres traitements existaient : "aucune fumure" et "fumure complète". Les tableaux 1 à 4bis de l'annexe 2 infine fournissent toutes les indications utiles sur les sels nutritifs utilisés et la composition des solutions. La quantité qE d'un élément majeur apportée par pot était définie par la formule suivante :

$$qE = (PTP/QTC) \cdot PEPA \cdot DR \times C$$

* Pour plus de précision concernant les résultats des observations et des mesures cf les documents annexes correspondants mentionnés en tête de ce rapport.

formule dans laquelle

PTP est la masse de terre par pot (ici 5kg),

QTC est la masse estimée de terre de la couche arable à l'hectare,

PEPA est la masse par plant de l'élément E immobilisée à la récolte dans les parties aériennes d'une culture de maïs exceptionnellement fertile observée dans la vallée de la DOUENCHEUR en face de BOURAIL en 1982*,

DR est la densité de peuplement à la récolte (en théorie 66666plt/ha),

C est un coefficient estimant la disponibilité de E pour le sol considéré.

La technique d'irrigation utilisée fut celle mise au point en 1982 pour le haricot (cf le document 3.1. de la liste des documents antérieurs). Elle donna entière satisfaction.

L'expérience fut arrêtée le 33ème jour, moment où devait commencer à apparaître de sérieuses distorsions avec le champ en raison des immobilisations déjà effectuées par les plants : 9,59g pour l'azote, 0,066g pour le phosphore ; 0,700g pour le potassium (normalement les expériences sur maïs sont arrêtées aux environs du 28ème jour après le semis des graines pré-germées).

Les effets des traitements commencèrent à se faire sentir sur la vitesse de croissance des plants entre le 12ème et le 16ème jour.

Les plus marquants de ces effets - ceux apparaissant sur pratiquement tous les paramètres - étaient ceux des traitements "sans fumure", "sans phosphore" et "sans azote" : croissance et développement étaient beaucoup plus faibles que sur tous les autres traitements.

* pour un rendement en grains secs de 234,9g/plant et une densité de peuplement de 66600 plants à l'hectare, les immobilisations dans les parties aériennes en N, P et K par plant étaient respectivement de : 5,647 ; 1,032 ; 3,032g.

** Les coefficients C utilisés étaient pour N, P et K respectivement de : 1,12 ; 1,24 et 1,30.

Une possible carence en molybdène pourrait exister de plus dans ce terrain, les masses de matière sèche des parties aériennes récoltées sur les traitements "fumure complète" et "fumure sans molybdène" étant significativement différentes.

Une carence en soufre pourrait être possible également bien que non-significative au seuil 0,95 %.

Ce qui fut le plus remarquable fut cependant l'allure générale des plants : exceptés ceux n'ayant reçu aucune fumure et ceux n'ayant pas eu de phosphore, dont le développement étaient excessivement lent, tous les autres présentaient les mêmes symptômes que ceux observés au champ 3 ans auparavant :

- . déformations et déchirures foliaires engendrant des nécroses parfois,
- . tallage,
- . raccourcissement des tiges,
- . nouvelles feuilles n'arrivant pas à se dégager des anciennes,
- . stries longitudinales jaunes.

4.2.2. Mise en évidence de l'intérêt d'un rééquilibrage du rapport magnésium/calcium échangeables.

La deuxième étude expérimentale en serre devait mettre en évidence l'intérêt d'un rééquilibrage du rapport magnésium/calcium échangeables.

Afin de ne pas remonter par trop le pH du sol, de l'ordre initialement de 5,6 à 5,8, il fut décidé, tout d'abord, d'utiliser du gypse comme amendement calcique.

Les quantités de gypse mélangées à la terre des pots (chaque pot contenait pour mémoire 5kg de terre sèche) devaient ensuite faire passer le rapport Magnésium échangeable/ (Calcium échangeable + Calcium du gypse) de 7,85 sans gypse à 4,46 puis à 1,22 avec gypse.

En effet, d'une part les teneurs en bases échangeables du sol préparé pour les études en serre étaient de 43,82 mé/100g pour le magnésium et de 5,58 mé/100g pour le calcium, d'autre part les quantités de gypse utilisées par pot étaient de 18,32g pour le premier niveau et de 130,34g pour le second (correspondant à des apports de 11,0 et 78,2t/ha pour une masse de sol de 3000t/ha).

L'expérience, du type "blocs complets équilibrés" comportait ainsi 3 doses d'amendement (0 ; 18,32 et 130,34g de gypse par pot) répétées 6 fois, chaque "parcelle" étant constituée de deux pots.

Elle fut conduite en même temps que la première (relatée ci-dessus paragraphe 421) et avec la même fumure complète (cf annexe 2).

Elle apporta les informations suivantes :

1°/ les déchirures, déformations foliaires et autres anomalies observées sur le témoin sans amendement étaient considérablement atténuées sur les pots ayant reçu 18,32g de gypse et disparaissaient complètement sur ceux ayant reçu 130,34g. Ceci se traduisit à la récolte, au 33ème jour, par des hauteurs totales des plants (du sol à l'extrémité de la plus longue feuille) significativement plus élevées sur les pots amendés (138,6 et 140,2 cm respectivement) que sur les autres (121,8cm). Furent influencées également les nombres de feuilles dégainées (NF33) et de tiges (NTA 33) qui diminuaient avec les doses croissantes de gypse (cf le tableau ci-dessous) ;

2°/ les teneurs et les immobilisations correspondantes des parties aériennes en calcium, magnésium et soufre (TCATF, TMGTF, TSTF, QCATF, QMGTF et QSTF) étaient modifiées également par l'apport de gypse, les teneurs et les immobilisations en Ca et S augmentant avec les doses croissantes d'amendement, celles en Mg diminuant, au contraire, de même que le rapport TMGTF/TCATF, ces teneurs étant alors exprimées en termes de charges ioniques (cf le tableau 5 ci-dessous) ;

3°/ les pH eau et KCl du sol (pH EAU et pH KCL) de même le rapport des teneurs en magnésium et en calcium (MGS/CAS) des percolats étaient très fortement influencés par l'apport de gypse, ce qui est naturel. Le pH eau baissait de 0,5 unité, le pH KCl de 0,1 (les différences de pH en fonction des doses étant néanmoins très hautement significatives dans les deux cas). Quant au rapport MGS/CAS, bien que comparable sur le témoin à celui du rapport MGE/CAE du sol, sa diminution hautement significative avec les doses croissantes de gypse ne suivait pas exactement celle du rapport théorique défini plus haut (cf le tableau 5 ci-dessous).

Paramètres	Unités	Doses de gypse (g/pot)			Coefficients de variation
		0	18,32	130,34	
TCATF	%	0,07	0,11	0,20	11,6
TMGTF	%	0,62	0,54	0,55	8,1
QCATF	mg/pot	21	36	68	20,9
QMGTF	mg/pot	191	181	183	19,8
MGTF/CATF	-	15,0	8,3	4,4	-
TSTF	%	0,15	0,28	0,39	17,0
QSTF	mg/pot	46	93	128	22,0
pH EAU	-	5,66	5,23	5,10	1,2
pHKCL	-	4,70	4,68	4,60	0,5
MGS/CAS	-	7,49	4,81	3,07	
HF 33	cm	121,8	138,6	140,3	7,2
NF 33	-	10,3	9,2	9,0	6,5
NTA 33	-	1,92	1,25	0,5	45,8

5 - Paramètres influencés à la récolte par le rééquilibrage du rapport Mg/Ca.

L'absence d'effet sur les teneurs en azote, phosphore et potassium des plants ainsi que sur la croissance en hauteur des tiges a probablement deux raisons :

- . des interactions entre le gypse et la fumure, interactions qu'il était impossible de cerner dans le présent essai, évidemment ;

- . une durée de l'expérience trop longue (comme dans le cas de la première), les immobilisations en azote et en phosphore dans les parties aériennes des plants à la récolte étant supérieures aux apports par la fumure.

L'expérience avait néanmoins atteint son but principal : la mise en évidence de l'intérêt d'un apport d'amendement calcique pour l'élimination des anomalies d'ordres morphologique et physiologique constatées au champ et retrouvées en serre sur le maïs cultivé sur ce type de sol. Restaient à préciser les formes et doses d'amendement à utiliser ainsi que les adaptations à trouver à la fumure nitro-phospho-potassique.

4.2.3. Etude de l'influence de quatre doses de chaux de trois mélanges différents de croûte calcaire et de gypse.

Donner des fourchettes aux doses de chaux et aux équilibres entre carbonate et sulfate de calcium à utiliser au champ furent ainsi les objectifs de la troisième étude en serre (l'utilisation de mélanges de carbonate et de sulfate ayant pour raison d'être d'éviter une élévation trop forte du pH).

Cette étude du type factorielle en blocs complets équilibrés, avec 6 répétitions et 2 pots par parcelle se déroula entre le 13.03.84 et le 06.04.84.

Les doses de CaO retenues faisaient passer théoriquement le rapport Magnésium/Calcium échangeables de 5 sur la dose 1 à 3,5 puis 2 et 0,5 sur les doses 2, 3 et 4 (cf le tableau 1 de l'annexe 4).

La fumure nitro-phospho-potassique fut considérablement renforcée (cf le tableau 2 de l'annexe 4).

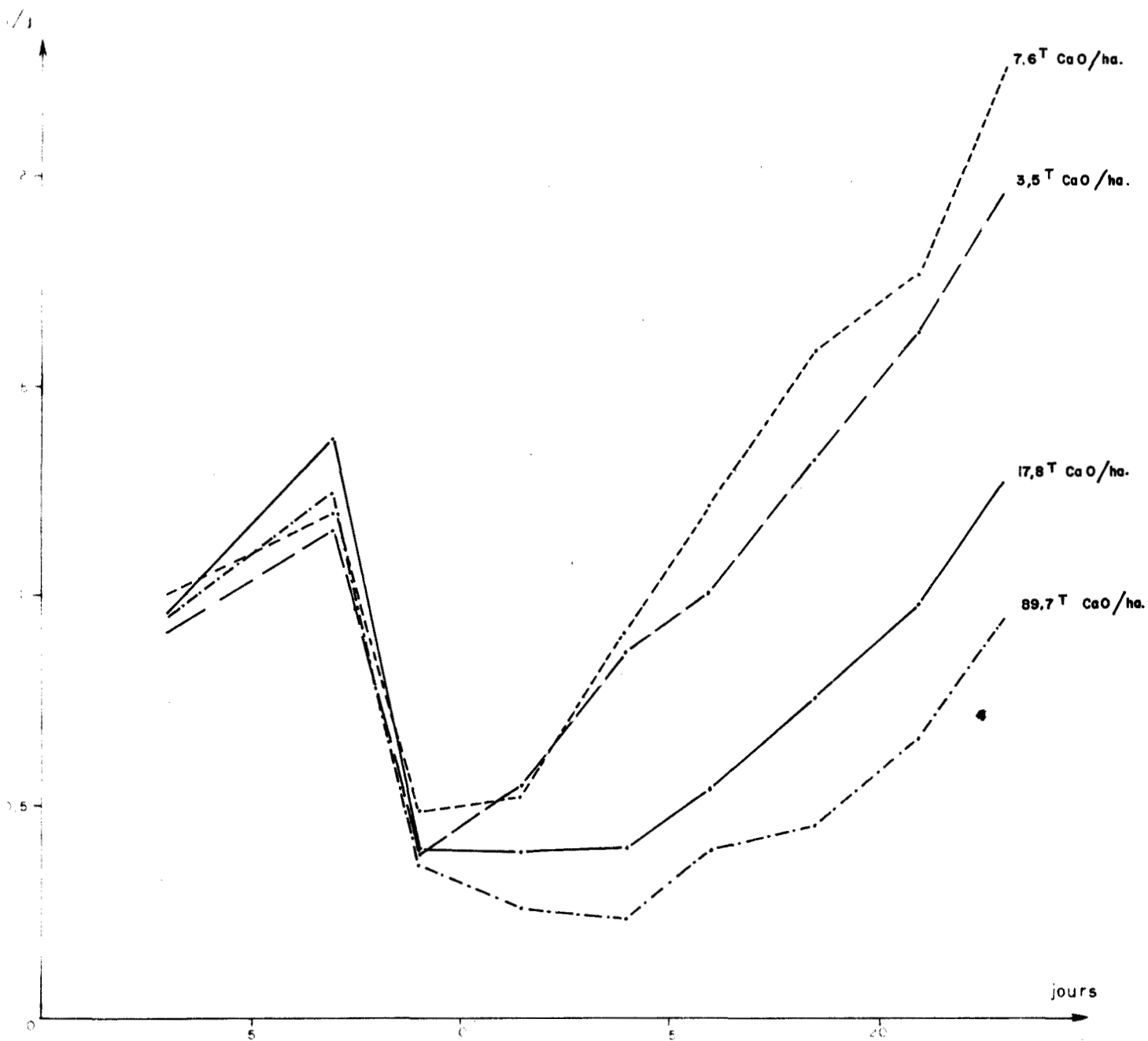
Les observations et les déterminations effectuées en cours de végétation et à la récolte montrent (cf les tableaux 3, 4 et 4bis de l'annexe 4) que de nombreux paramètres ont été influencés par les facteurs "dose de chaux" et "% de CaO sous forme de gypse" ainsi que par l'interaction entre ces deux facteurs.

D'une façon générale, les vitesses de croissance en hauteur les plus vigoureuses s'observaient sur la deuxième dose de chaux (7,6t/ha de CaO) et pour le mélange 2 (5 % de CaO sous forme de gypse, cf les graphiques 1 et 3 ci-après).

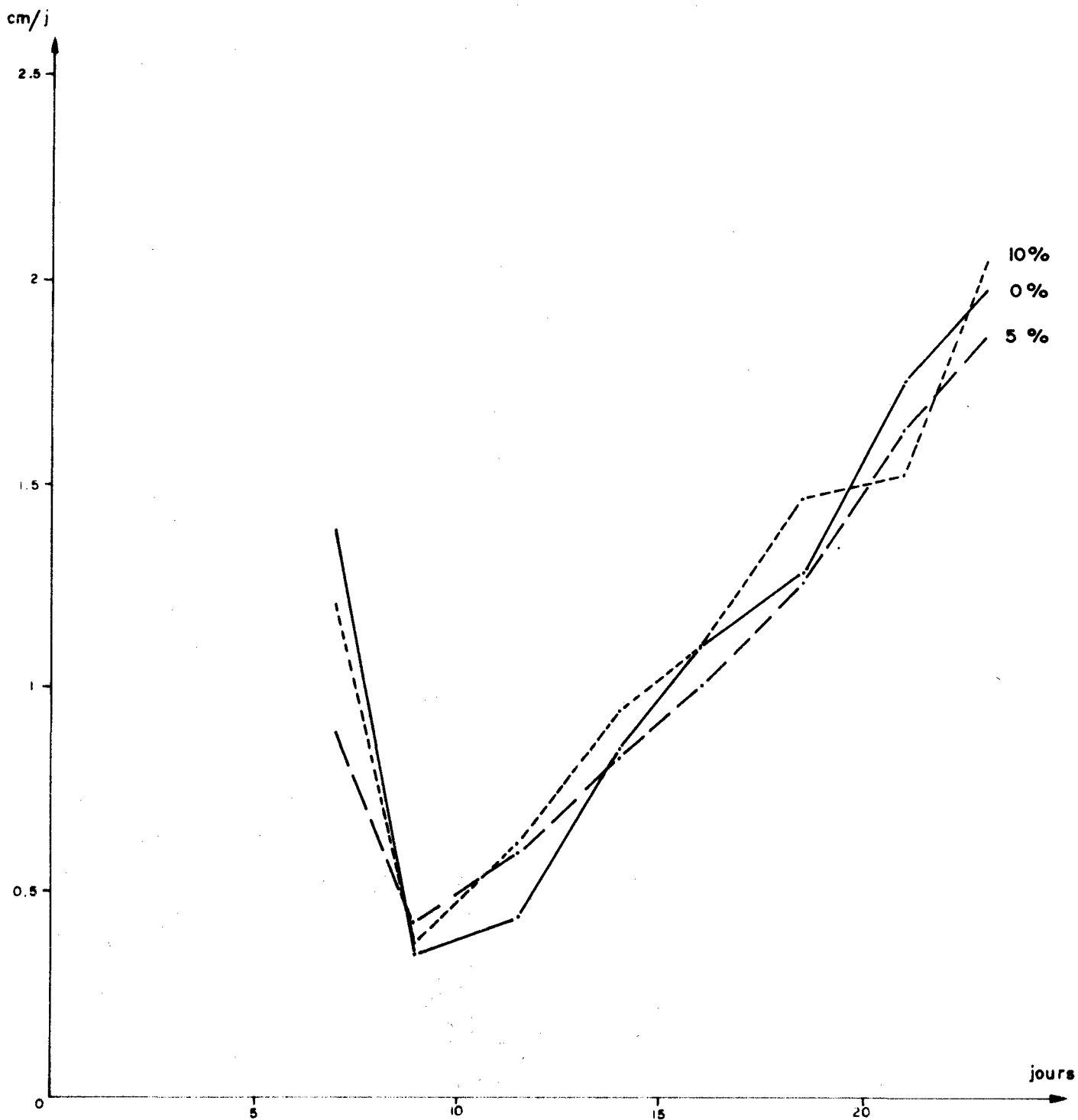
A la récolte, le 24ème jour, les masses de matière sèche par plant les plus élevées s'observaient également sur la dose 2 mais aussi bien sur les mélanges avec 5 et 10% de CaO sous forme de gypse (respectivement 8,28 et 8,45g/pot).

Les immobilisations en éléments majeurs et semi-majeurs (N, P, K, Ca et Mg) étaient également les plus fortes sur ces traitements, la terre de ces derniers ayant des pH de 6,69 et 6,54 respectivement.

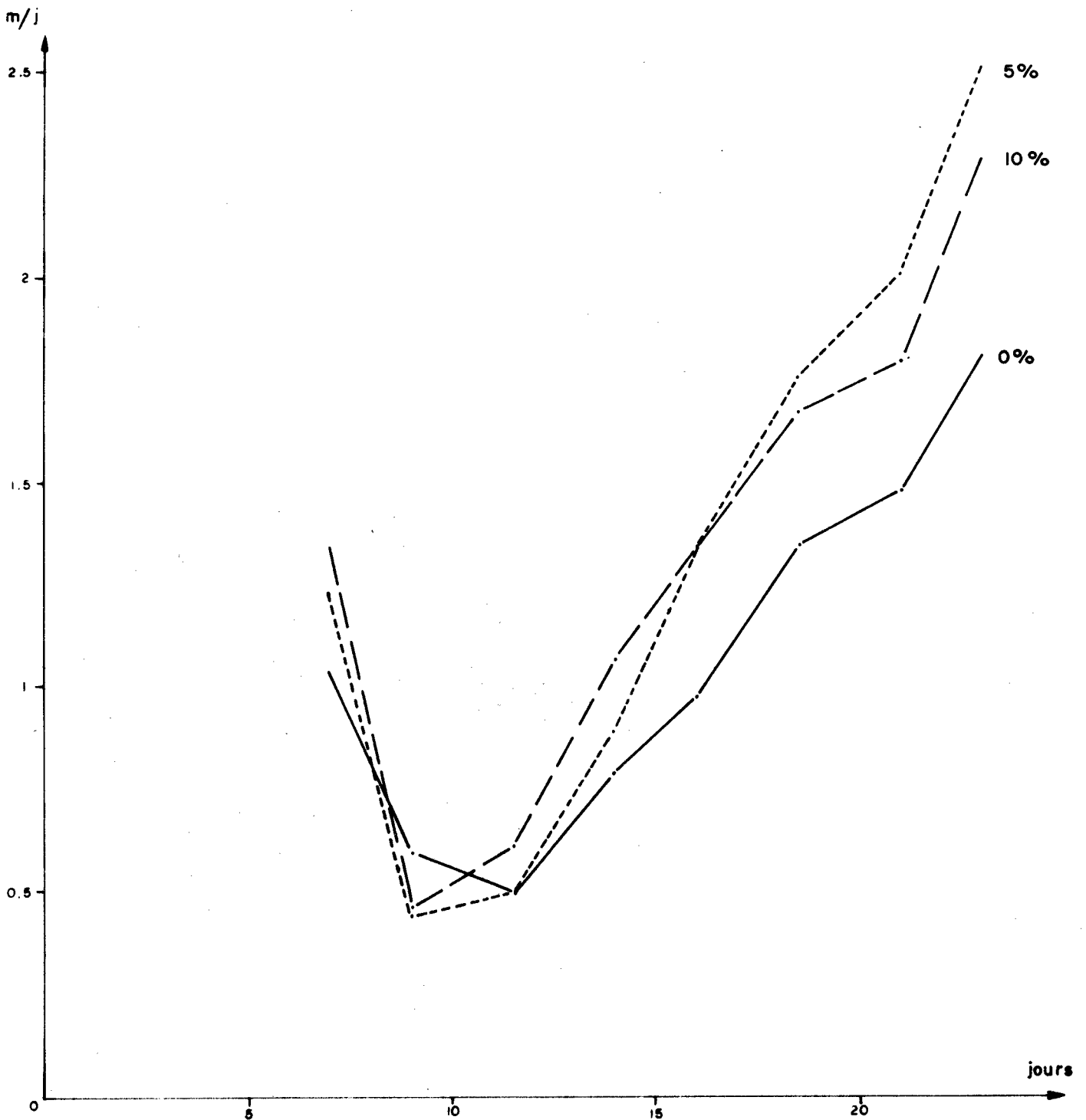
1 - ÉVOLUTION DES VITESSES DE CROISSANCE EN HAUTEUR DES PLANTS DE MAÏS EN FONCTION DE LA QUANTITÉ DE CaO APPORTÉ (TOUS MÉLANGES CONFONDUS)



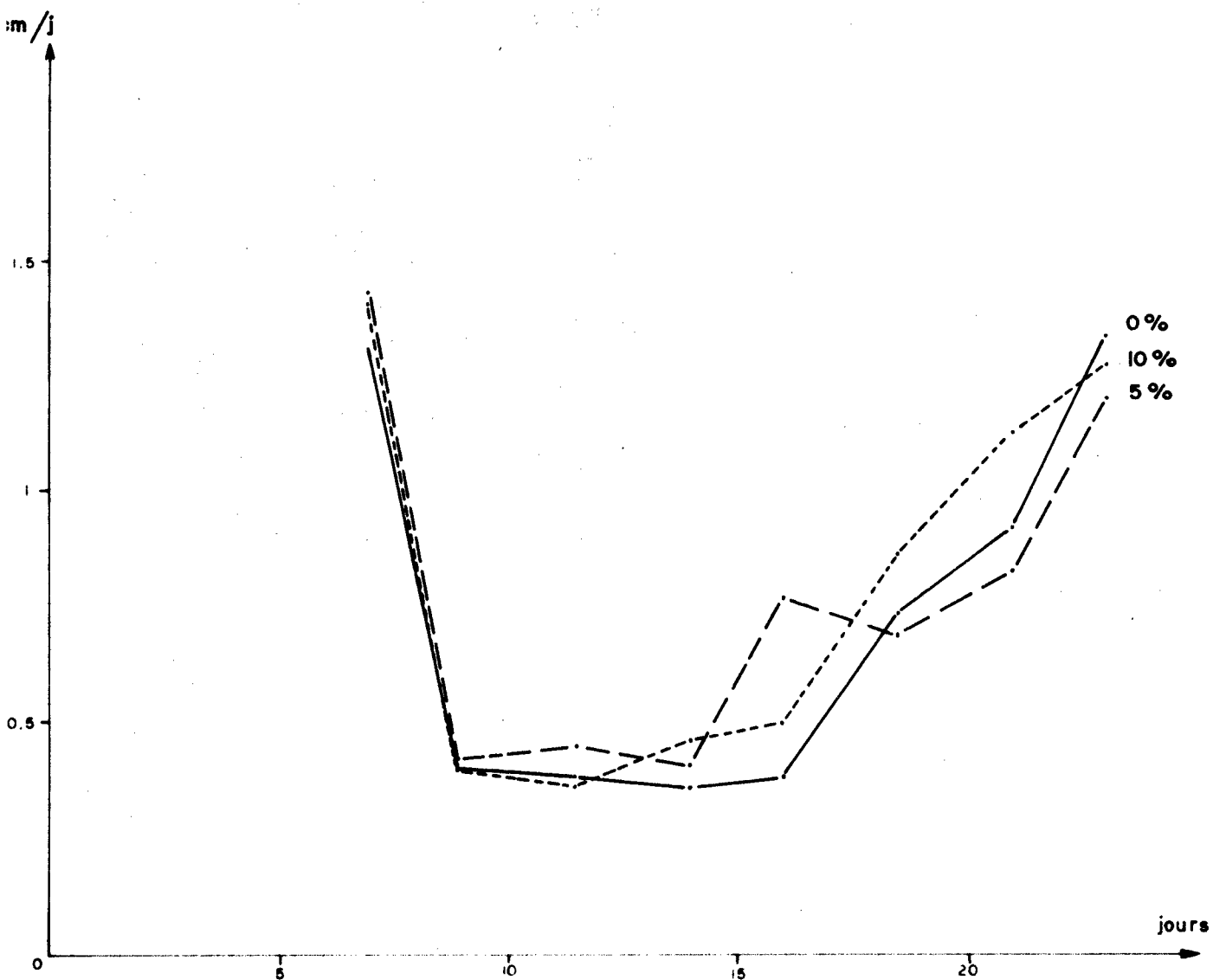
2 - ÉVOLUTION DES VITESSES DE CROISSANCE EN HAUTEUR DES PLANTS DE MAÏS
EN FONCTION DE LA PROPORTION DE CALCIUM SOUS FORME DE GYPSE
DANS LE CAS D'UN AMENDEMENT ÉQUIVALENT A 3,5 T/ha. DE Ca O



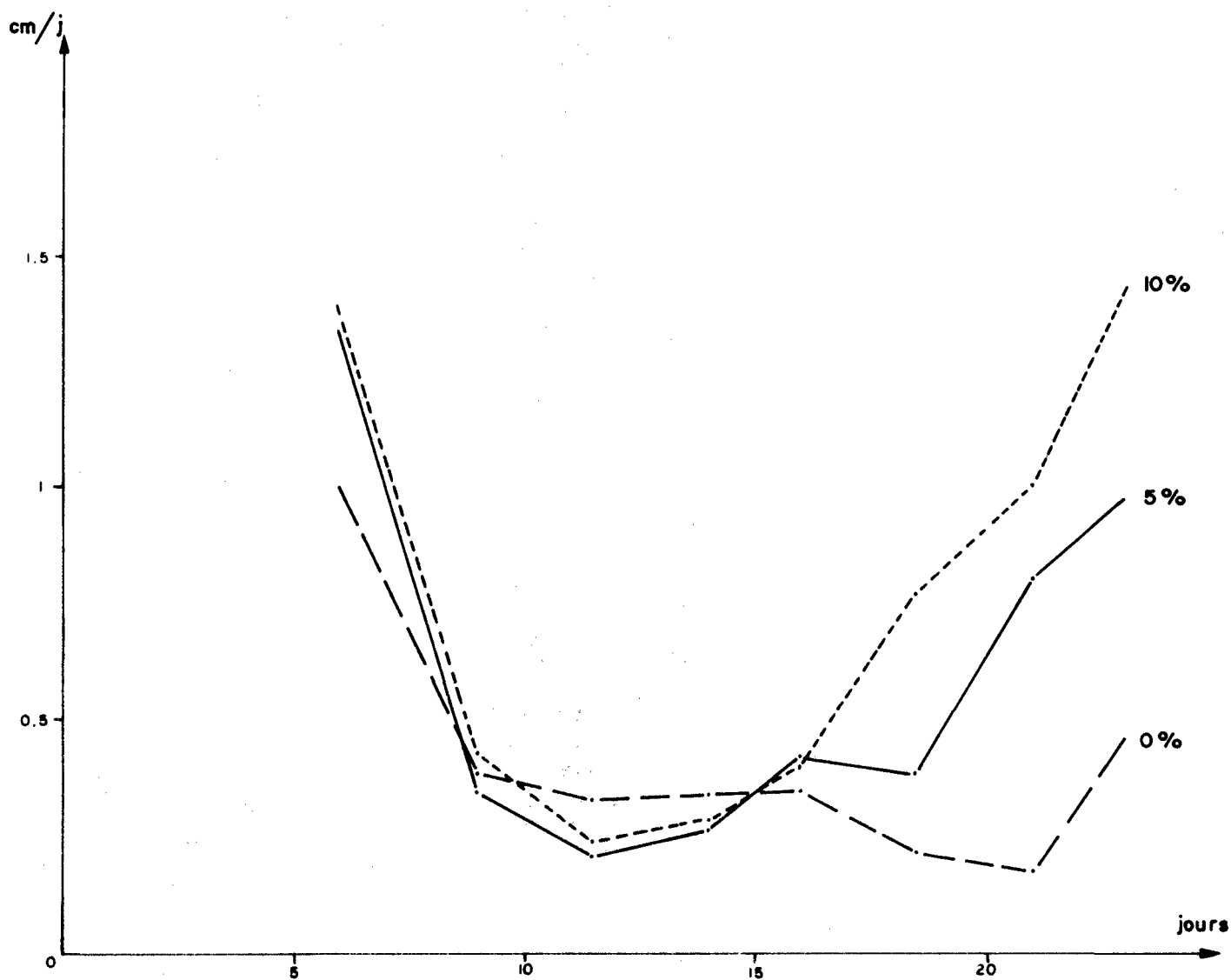
**3 - ÉVOLUTION DES VITESSES DE CROISSANCE EN HAUTEUR DES PLANTS DE MAÏS
EN FONCTION DE LA PROPORTION DE CALCIUM SOUS FORME DE GYPSE
DANS LE CAS D'UN AMENDEMENT ÉQUIVALENT A 7,6 T/ha. DE Ca O**



4 - ÉVOLUTION DES VITESSES DE CROISSANCE EN HAUTEUR DES PLANTS DE MAÏS
EN FONCTION DE LA PROPORTION DE CALCIUM SOUS FORME DE GYPSE
DANS LE CAS D'UN AMENDEMENT ÉQUIVALENT A 17,8^T/ha. DE Ca O



5 - ÉVOLUTION DES VITESSES DE CROISSANCE EN HAUTEUR DES PLANTS DE MAÏS
EN FONCTION DE LA PROPORTION DE CALCIUM SOUS FORME DE GYPSE
DANS LE CAS D'UN AMENDEMENT ÉQUIVALENT A 89,7^T/ha. DE Ca O



Bien qu'ils présentassent encore quelques talles, les plants de ces traitements étaient finalement les mieux développés et l'on pouvait estimer, s'agissant des doses de CaO à appliquer au champ, qu'elles devraient se situer entre 3,5 et 17,8t/ha).

Le fait d'observer une meilleure croissance sur le troisième mélange empêchait naturellement de fixer une fourchette au facteur "% de CaO sous forme de gypse".

Afin de ne pas retarder la mise en place de l'expérimentation au champ il fut alors décidé de retenir pour celle-ci les formes et les doses d'amendements calciques suivantes :

- 1 - formes : { 1 - croûte calcaire pure,
2 - croûte calcaire + gypse, ce dernier apportant 10% de CaO totale.
- 2 - doses : 4, 8 et 12t/ha de CaO.

Deux nouvelles études expérimentales en serre étaient lancées néanmoins dans le même temps avec comme objectifs, pour la première de préciser les fourchettes "formes" et "doses de CaO", pour la seconde de voir l'influence de la nature de l'engrais azoté en fonction de la forme de l'amendement calcique, du sulfate d'ammoniaque pouvant être utilisé au lieu et place du nitrate d'ammoniaque dans les expérimentations en serre.

4.2.4. Etude de l'influence de trois doses de CaO de trois amendements calciques.

Cette étude, conduite en juillet 1984, était du type factoriel 3^2 en blocs complets équilibrés. Les niveaux de ses facteurs contrôlés étaient les suivants :

- 1 - doses de CaO : 5, 10 et 15t/ha de CaO
2 - formes de l'amendement : mélange de croûte calcaire et de gypse, le gypse apportant 10, 25 et 40 % de CaO totale.

Elle comportait 6 répétitions, les parcelles étant toujours représentées par deux pots.

La fumure utilisée fut celle de l'expérience précédente (cf annexe 4 tableau 2).

Les observations et les mesures effectuées en cours de végétation et à la récolte ont montré, finalement, que les plants les plus vigoureux du dispositif étaient ceux portés par le traitement "10t/ha de CaO dont 25 % sous forme de gypse". La terre des pots correspondant avait un pH de 6,83.

Mais elles révélaient aussi de nombreuses interactions entre les facteurs "dose de CaO" et "mélange", ces interactions variant en fonction du temps et avec les paramètres, et indiquant, en fin de compte, qu'une étude beaucoup plus fine des effets de ces facteurs devait être entreprise si l'on voulait à la fois une grande précision sur la forme et la dose d'amendement à appliquer et en expliquer les raisons (cf annexe 5, tableaux 1, 1bis, 2 et 2bis).

4.2.5. Etude d'une éventuelle interaction entre fumure azotée et teneur en gypse de l'amendement.

Pour toutes les expériences conduites en serre sur vertisol hypermagnésien, du nitrate d'ammonium avait été utilisé jusque là.

L'intérêt du gypse comme amendement calcique complémentaire, permettait ainsi de se demander si l'utilisation de sulfate d'ammonium comme engrais azoté n'entraînerait pas un meilleur développement du maïs.

Dans ce but, une étude préliminaire fut montée parallèlement à la précédente avec, comme objectif, de comparer la croissance et le développement de plants de maïs alimentés avec du nitrate d'ammonium d'une part, du sulfate d'ammonium d'autre part, sur trois mélanges différents de croûte calcaire et de gypse apportant la même quantité totale de chaux : 5t/ha, CaO sous forme de gypse représentant respectivement 10, 25 et 40 % de CaO totale.

Les résultats des observations et des mesures effectuées en cours de végétation et à la récolte furent plutôt décevants (cf annexe 6, les tableaux 1, 2 et 2bis).

La forme de la fumure azotée influence seulement les teneurs en calcium et en magnésium des parties aériennes, le nitrate d'ammonium les augmentant légèrement plus que le sulfate.

L'influence de ces deux sels sur le pH du sol et les quantités de bases échangeables dans les percolats en fin d'essai fut, par contre, beaucoup plus nette : le pH du sol était de 6,35 en moyenne sur les pots ayant reçu du nitrate d'ammonium, de 6,21 sur ceux ayant reçu du sulfate d'ammonium ; les teneurs en bases échangeables des percolats (K, Ca, Mg) étaient, au contraire, de 12 à 15% plus fortes sous les pots ayant reçu du sulfate d'ammonium.

Mais aucune interaction entre fumure azotée et amendement calcique n'apparut.

4.3. Résultats du premier cycle cultural au champ.

A l'issue de la troisième expérimentation en serre (cf plus haut le paragraphe 4.2.3.), trois doses de chaux (4,8 et 12t/ha de CaO) de deux amendements différents (croûte calcaire pure du col des Arabes titrant 42% de CaO, et mélange de cette croûte calcaire et de gypse synthétique japonais* titrant 33% de CaO et apportant 10% de CaO totale, les deux amendements étant concassés et tamisés à 2mm) furent donc retenues pour être testées au champ.

Ces 6 combinaisons "dose x mélange" furent réparties aléatoirement sur un carré latin 6x6 installé à l'emplacement du site retenu.

L'application ultérieure d'un facteur subsidiaire à 2 niveaux était prévue en outre (cf le document annexe 2.1.1.), les parcelles subsidiaires ayant 4,5x12m, les parcelles du carré latin 9x12 m.

* Ce gypse a été fourni gracieusement par la Cimenterie de Numbo des Etablissements de Saint Quentin. La DIDER et l'ORSTOM tiennent ici à les remercier vivement.

Les amendements calcaïques furent épandus le 2 mai, enfouis le 3. La fumure complète fut appliquée le 7 mai et enfouie le même jour. Elle était constituée de 150kg/ha d'azote sous forme d'urée, 120kg/ha de P_2O_5 sous forme de phosphate super-triple et 68kg/ha de K_2O sous forme de sulfate de potassium.

Le maïs fut semé le 8 août. La variété utilisée fut l'hybride double haut-producteur XL-82.

Les travaux effectués sur l'expérimentation et les conditions hydriques qui lui furent offertes sont présentés dans le document annexe 2.1.2.

Les résultats des observations et des mesures effectuées sur le sol et la plante sont rassemblés dans le document annexe 2.1.3.

Un résumé de ces résultats est présenté dans les tableaux 6 ci-après.

4.3.1. Remarques préliminaires sur l'état initial du sol avant l'application des amendements.

Cinq échantillons de sol furent prélevés dans les horizons (0-20) et (20-40)cm de chacune des 72 parcelles du champ expérimental, juste avant l'application des amendements.

Regroupés pour ne former plus qu'un échantillon (0-20) et un échantillon (20-40)cm par parcelle, les résultats moyens de leurs analyses sont exposés dans les tableaux 6.2.1., 6.2.2., 6.3.1. et 6.3.2.

D'une façon générale, les coefficients de variation résiduels de l'analyse de variance en carré latin des paramètres en question sont corrects. Quelques artefacts apparaissent néanmoins :

- . un effet "nature de l'amendement" sur le pH-eau (0-20), sur le magnésium total (0-20) et (20-40),
- . un effet "dose de CaO " sur la teneur en limon grossier et sur le rapport Ca/Mg de l'horizon (0-20) et sur le sodium total de l'horizon (20-40),

. une interaction "nature x dose de l'amendement" sur la capacité d'échange en cations et le sodium total de l'horizon (0-20).

Les bases échangeables et la capacité d'échange en cations furent déterminées par une nouvelle méthode dérivée par J. PETARD de la méthode de TUCKER (adaptée au cas des sols carbonatés).

De ce fait, le rapport (Mg/Ca) échangeables apparaît légèrement supérieur à celui de la deuxième enquête préliminaire : 9,26 en surface ; 9,80 en profondeur.

Les pH eau et KCl sont respectivement de 5,81 et 4,79 en surface, de 6,03 et 4,87 en profondeur. Ce léger accroissement du pH avec la profondeur correspond à celui des bases échangeables dont la somme passe de 47,1 mé/100g en surface à 48,3 mé/100g en profondeur.

Ces différences sont faibles, toutefois, et finalement les deux horizons (0-20) et (20-40)cm apparaissent très voisins l'un de l'autre dans leur constitution.

4.3.2. Effets des formes et doses d'amendement sur le développement et les composantes du rendement à la récolte.

Les tableaux 6.1.1. à 6.1.3. résument les résultats des analyses de variance des paramètres observés en cours de végétation et à la récolte.

4.3.2.1. Effets du facteur "nature de l'amendement".

S'agissant de la nature de l'amendement, ce facteur a très rapidement agi sur la croissance en hauteur : les plants des parcelles ayant reçu du gypse se développaient plus rapidement que ceux des autres parcelles.

Mais cette action ne se retrouve plus à la récolte que sur les teneurs et les immobilisations en calcium des tiges et feuilles qui augmentent et sur leur rapport (Mg/Ca) qui diminue .

4.3.2.2. Effets du facteur "dose de chaux".

Comme le facteur précédent, le facteur "dose de chaux" a très rapidement agi sur la croissance des plants de maïs, la vitesse de croissance en hauteur diminuant avec les doses croissantes de CaO.

Mais, contrairement au facteur précédent, cette action se retrouve encore à la récolte sur la majorité des paramètres observés.

En premier lieu, le rendement en grains secs passe de 5,58 à 6,52 puis à 6,78t/ha lorsque la dose de CaO passe de 4 à 8 puis 12t/ha.

Cette augmentation du rendement est liée à une augmentation à la fois du taux de remplissage des épis (TGE) qui passe de 83,2 à 84,4 puis 85,2% et du nombre d'épis par plant (NEPR) qui croît de 0,958 à 0,988 puis 0,993 lorsque la dose de chaux passe de 4 à 8 puis 12t/ha.

Les teneurs des grains en azote, en potassium et en magnésium, N-GR, K-GR, MG-GR, diminuent, par contre, lorsque la dose de chaux augmente, les immobilisations correspondantes ainsi que celle du phosphore allant toutefois en augmentant avec les doses (QN-GR, QP-GR, QK-GR, QMG-GR).

Pour ce qui est des résidus de récolte, leur masse et leurs immobilisations en azote et en phosphore (QTFR, QNTF et QPTF) passent par un maximum pour la dose 8t/ha, tandis que leur teneur en calcium va en augmentant avec les doses croissantes de chaux.

Globalement, les immobilisations minérales en azote et en phosphore des parties aériennes passent par un maximum pour le traitement 8t/ha de chaux (QTN, QTP).

4.3.2.3. Interaction "nature x dose de l'amendement".

Aucune interaction n'est apparue entre les facteurs "nature" et "dose" de l'amendement.

4.3.3. Effets des formes et doses d'amendement sur le sol à la fin du premier cycle.

Après la récolte, 5 échantillons de sol ont été prélevés à nouveau sur chaque parcelle dans l'horizon (0-20)cm, regroupés et analysés.

Les principaux résultats des déterminations effectuées sur eux figurent dans le tableau 6.4.

La forme de l'amendement n'a influencé aucun des 5 paramètres observés, le pH-eau étant cependant légèrement plus faible sur les parcelles ayant reçu du gypse (l'écart se maintenant de plus quelque soit la dose de chaux appliquée).

La dose de chaux a par contre agi sur 4 des 5 caractéristiques : les teneurs en carbone et en azote et les pH-eau et KCl. Les teneurs en carbone et en azote sont légèrement plus élevées sur les parcelles ayant reçu 4t/ha de CaO que sur les autres. Les pH augmentent naturellement avec les doses de chaux. Il est en moyenne de 6,76 sur les parcelles ayant reçu 4t/ha de CaO, 7,37 sur celles ayant reçu 8t/ha et 7,61 sur celles ayant eu 12t/ha de chaux.

4.3.4. Résultats des observations effectuées concomitamment sur des parcelles annexes.

Jouxtant l'expérimentation, 12 parcelles complémentaires avaient été ouvertes pour s'assurer :

1. de l'intérêt des amendements calciques (aucun apport de chaux n'étant pratiqué sur ces parcelles au nombre de 6);
2. de l'intérêt de doses de CaO et de pourcentages de gypse plus élevés.

Les informations qualitatives suivantes furent obtenues(cf le tableau ci-après) :

. sans amendement le rendement en grains ne dépassait pas 0,65t/ha ; les épis étaient très mal remplis, les grains très gros.

. avec des amendements contenant davantage de gypse (30 et 50% de CaO totale)ou plus importants (16t/ha), aucun accroissement évident de rendement n'était constaté.

Traitements annexes	Rendements t/ha (grains secs)	pH	
		eau	KCl
. Aucun apport de CaO	0,65	6,0	4,9
. 8t/ha de CaO dont 30% sous forme de gypse	5,60	7,4	6,4
. 8t/ha " 50% "	6,40	7,2	6,1
. 12t/ha " 30% "	6,21	7,3	6,4
. 12t/ha " 50% "	6,52	7,1	6,0
. 16t/ha " 30% "	5,79	7,5	6,6
. 16t/ha " 50% "	6,93	6,5	5,8

4.4. Synthèse des résultats acquis en serre et au champ sur vertisol hyper-magnésien.

A l'issue du premier cycle de maïs au champ, il apparaissait donc possible d'obtenir une certaine production de grains sur ce type de sol considéré jusque là comme quasi-stérile pour le maïs : si l'on comparait les rendements obtenus sur les témoins à ceux des parcelles les moins productives de l'expérimentation, celles ayant reçu 4t/ha de CaO, on constatait, en effet, un rapport de 8,58 en faveur des seconds.

Cependant, les meilleurs rendements n'étaient pas des plus élevés : 6,78t/ha seulement de grains secs sur les parcelles ayant reçu 12t/ha de CaO. Deux facteurs pouvaient être invoqués pour expliquer ce fait :

- . l'influence de la "rouille" qui s'est 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 soient 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 absolument stoppée au stade 5 feuilles.

Au champ les plants de maïs des parcelles témoins se développèrent complètement.

Quatre hypothèses pouvaient être invoquées pour expliquer ce phénomène :

1. la variété utilisée au champ (XL-82) serait-elle 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. s'agirait-il d'un problème lié à la fumure phosphatée ?

Celle assez forte qui fut appliquée 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 CaO. En serre, le phosphore avait été apporté sous forme de phosphate monopotassique ;

3. ou bien serait-on 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 éventuellement expliquer l'assez bon développement du maïs observé au champ sans amendement calcique ;

4. ou bien, enfin, n'y aurait-il pas dans les conditions de cette terre magnésienne, un antagonisme, au niveau de 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.

5 - CONCLUSIONS.

Au terme de l'année 84, l'intérêt des amendements calciques pour les deux types de sols retenus en 1980, les sols sodiques acides et les vertisols hyper-magnésiens, était donc confirmé.

S'agissant du premier, les conclusions du cycle précédent peuvent être reprises pratiquement telles quelles: 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 4t/ha devrait pouvoir être conseillée dans des situations comparables à celle du champ étudié, une application en surface étant suffisante.

S'agissant du vertisol hyper-magnésien de la vallée de la Tamoá choisi en 1983, quasi-stérile pour du maïs, les résultats obtenus dès le premier cycle sont très encourageants. Non seulement les rendements des parcelles témoins ont été multipliés au moins par le facteur 8 par l'application d'amendement calcique, mais, de plus, les niveaux atteints sont comparables à ceux obtenus sur sol sodique acide. On peut même penser que sans la forte attaque de rouille, ce champ (comme le précédent) aurait pu atteindre des rendements très supérieurs.

Il convient toutefois, dans ce cas, d'être prudent : la rapidité de la réponse aux amendements calciques peut aller de pair avec une évolution très rapide et non-prévisible du sol et de ses effets sur la plante.

6-1.1 - INFLUENCE DE TROIS DOSES DE CHAUX DE DEUX AMENDEMENTS CALCIQUES DIFFERENTS SUR UNE CULTURE DE MAÏS SUR VERTISOL HYPER-MAGNESIEN : CYCLE ...1...
PREMIER CYCLE (1984) - CARACTERISTIQUES "PLANTE".

PARAMETRES		CV	X ² des V.R.	X̄	INFLUENCE DES FACTEURS CONTROLES													
Sigles	Unités	%			Nature de l'amendement			Dose de CaO			Interaction nature * dose							
					Ptê F	Calcaire	Gypse	Ptê F	4t/ha	8t/ha	12t/ha	Calcaire			Gypse			
												Ptê F	4t/ha	8t/ha	12t/ha	4t/ha	8t/ha	12t/ha
DL	nbr/m ²	1,9	1,98	14,65	0,288	14,64	14,66	0,882	14,61	14,75	14,59	0,814	14,51	14,79	14,62	14,71	14,71	14,57
DR	nbr/m ²	3,9	0,23	6,25	0,773	6,29	6,22	0,065	6,26	6,24	6,26	0,122	6,32	6,27	6,28	6,21	6,21	6,24
DE	"	10,8	3,12	5,67	0,117	5,68	5,66	0,428	5,72	5,53	5,75	0,618	5,74	5,41	5,88	5,70	5,65	5,62
H 38	cm	7,9	3,51	13,7	0,952	13,5	14,0	1,000	14,6	13,7	13,0	0,767	14,0	13,5	12,9	15,2	13,8	13,1
H 45	"	8,2	6,46	21,5	0,990	20,9	22,1	1,000	23,1	21,4	20,1	0,378	22,3	20,7	19,8	23,9	22,1	20,4
H 52	"	10,4	3,19	41,3	0,960	40,2	42,4	1,000	45,0	41,3	37,7	0,191	44,2	39,7	36,8	45,9	42,8	38,6
H 59	"	10,5	7,64	66,5	0,941	64,9	68,1	1,000	72,4	66,2	60,8	0,055	70,8	64,3	59,5	74,1	68,2	62,1
H 66	"	7,1	4,38	107,4	0,987	104,9	110,0	1,000	115,1	107,3	99,8	0,254	112,5	105,5	96,7	117,7	109,2	102,8
H 72	"	9,7	4,57	156,6	0,946	153,0	160,0	1,000	165,3	157,2	147,3	0,071	162,9	153,7	142,5	167,6	160,7	152,2
V38-45	cm/j	16,9	3,70	1,109	0,954	1,062	1,155	0,995	1,210	1,105	1,011	0,323	1,180	1,030	0,977	1,241	1,179	1,045
V45-52	"	13,8	7,65	2,832	0,868	2,760	2,904	1,000	3,136	2,840	2,520	0,444	3,132	2,712	2,436	3,140	2,967	2,604
V52-59	"	14,4	4,43	3,594	0,779	3,517	3,670	0,998	3,913	3,565	3,303	0,110	3,795	3,508	3,248	4,031	3,622	3,358
V59-66	"	10,6	3,08	5,845	0,894	5,723	5,967	0,980	6,100	5,874	5,562	0,637	5,967	5,888	5,315	6,232	5,861	5,810
V66-72	"	7,7	2,98	8,196	0,976	8,017	8,375	0,951	8,356	8,308	7,924	0,865	8,396	8,035	7,619	8,316	8,581	8,230
NEPR	nbr/plt	3,6	1,71	0,980	0,005	0,980	0,980	0,995	0,958	0,988	0,993	0,896	0,958	1,000	0,981	0,958	0,977	1,005
PRR	g/plt	8,3	4,41	21,0	0,061	20,9	21,0	0,961	20,4	21,7	20,8	0,823	20,2	22,2	20,4	20,5	21,2	21,3
PGR	"	11,3	1,45	113,1	0,787	111,2	115,1	1,000	101,8	117,8	119,8	0,014	99,6	116,1	118,0	104,1	119,4	121,6
PRER	g/épi	7,4	0,64	21,4	0,129	21,4	21,4	0,883	21,2	21,9	21,0	0,462	21,1	22,2	20,8	21,3	21,7	21,2
PGER	g/épi	10,1	1,50	115,3	0,844	113,3	117,3	1,000	106,0	119,1	120,7	0,257	103,6	116,0	120,2	108,5	122,2	121,3
TGE	%	1,5	1,93	84,3	0,813	84,1	84,5	1,000	83,2	84,4	85,2	0,704	83,0	83,9	85,3	83,4	84,9	85,1
QGR	g/m ²	12,0	1,95	707,1	0,418	698,7	715,4	1,000	637,5	734,6	749,1	0,003	628,8	727,4	740,0	646,2	741,8	758,2
N-GR	%	4,3	7,17	1,61	0,471	1,62	1,61	0,999	1,65	1,62	1,57	0,763	1,66	1,64	1,55	1,64	1,60	1,58
P-GR	%	4,9	5,53	0,309	0,350	0,308	0,309	0,830	0,310	0,312	0,304	0,660	0,311	0,313	0,299	0,310	0,310	0,308

6-1.2 - INFLUENCE DE TROIS DOSES DE CHAUX DE DEUX AMENDEMENTS CALCIFIQUES DIFFERENTS SUR UNE CULTURE DE MAÏS SUR VERTISOL HYPER-MAGNESIEN : CYCLE ..1...
PREMIER CYCLE (1984) - CARACTERISTIQUES "PLANTE".

PARAMETRES		CV%	X ² des V.R.	X̄	INFLUENCE DES FACTEURS CONTROLES																
Sigles	Unités				%	Nature de l'amendement			Dose de CaO			Interaction nature * dose									
		Ptê F	Calcaire	Gypse		Ptê F	4t/ha	8t/ha	12t/ha	Calcaire			Gypse								
					Ptê F	4t/ha	8t/ha	12t/ha	Ptê F	4t/ha	8t/ha	12t/ha	Ptê F	4t/ha	8t/ha	12t/ha	Ptê F	4t/ha	8t/ha	12t/ha	
K-GR	%	5,4	5,87	0,434	0,202	0,435	0,435	0,979	0,445	0,430	0,426	0,804	0,449	0,432	0,418	0,442	0,428	0,434			
MG-GR	%	6,3	2,55	0,140	0,706	0,141	0,139	0,892	0,142	0,140	0,137	0,119	0,143	0,141	0,138	0,141	0,140	0,135			
TCE-GR	%	18,2	5,22	1,916	0,023	1,914	1,917	0,944	1,910	1,791	2,046	0,197	0,907	1,757	2,079	1,912	1,825	2,012			
PGUR	g/plt	12,2	4,90	111,0	0,900	108,3	113,7	1,000	100,1	111,0	121,9	0,424	99,1	105,2	120,5	101,2	116,7	123,2			
PG	"	9,1	9,58	100,7	0,367	99,7	101,7	1,000	89,2	104,6	108,4	0,346	88,0	104,9	106,3	90,4	104,3	110,6			
QG	g/m ²	9,8	2,56	629,3	0,301	626,4	632,1	1,000	558,1	652,2	677,6	0,341	555,8	657,3	666,1	560,4	647,0	689,0			
QN-GR	"	10,6	3,86	10,13	0,048	10,12	10,14	1,000	9,20	10,57	10,61	0,703	9,23	10,80	10,34	9,17	10,35	10,88			
QP-GR	"	10,4	2,22	1,94	0,431	1,93	1,96	1,000	1,73	2,03	2,06	0,709	1,73	2,06	1,99	1,74	2,01	2,12			
QK-GR	"	9,9	1,88	2,73	0,422	2,71	2,75	1,000	2,48	2,81	2,89	0,810	2,49	2,84	2,79	2,47	2,77	2,99			
QMG-GR	"	11,5	4,42	0,88	0,223	0,88	0,87	1,000	0,79	0,92	0,93	0,143	0,80	0,93	0,92	0,79	0,90	0,93			
PTFR	"	13,4	1,74	131,7	0,816	128,9	134,5	0,983	135,1	137,1	122,7	0,279	132,3	132,3	121,9	137,9	142,3	133,3			
NTF	%	13,7	5,76	0,83	0,279	0,83	0,83	0,975	0,86	0,85	0,77	0,495	0,85	0,87	0,75	0,87	0,84	0,80			
P ₂ O ₅ TF	%	24,3	1,00	0,098	0,081	0,098	0,098	1,000	0,106	0,109	0,079	0,296	0,108	0,109	0,076	0,103	0,109	0,083			
KTF	%	15,5	0,75	1,310	0,373	1,332	1,288	0,386	1,313	1,279	1,338	0,405	1,369	1,291	1,336	1,257	1,267	1,340			
CATF	%	22,0	1,67	0,122	0,974	0,114	0,129	0,995	0,108	0,120	0,136	0,274	0,104	0,112	0,126	0,113	0,128	0,147			
MGTF	%	17,4	3,27	0,683	0,330	0,689	0,677	0,174	0,672	0,693	0,684	0,468	0,665	0,722	0,680	0,678	0,664	0,688			
NATF	%	27,6	2,96	0,021	0,882	0,020	0,022	0,243	0,021	0,022	0,020	0,243	0,021	0,020	0,019	0,022	0,023	0,022			
MG/CATF	-	16,7	7,24	5,873	0,999	6,312	5,434	0,999	6,429	6,003	5,187	0,717	6,637	6,675	5,624	6,222	5,332	4,750			
QTFR	g/m ²	12,3	2,01	822,6	0,687	810,3	834,9	0,990	845,1	855,8	767,0	0,278	836,5	830,1	764,3	853,7	881,5	769,7			
QNTF	g/m ²	19,2	4,97	6,827	0,380	6,627	6,967	0,998	7,240	7,302	5,939	0,027	7,115	7,197	5,749	7,364	7,406	6,130			
QPTF	g/m ²	28,5	0,80	0,814	0,382	0,800	0,828	1,000	0,893	0,936	0,613	0,239	0,908	0,903	0,588	0,878	0,968	0,637			
QKTF	"	16,5	6,51	10,73	0,157	10,77	10,69	0,730	11,06	10,88	10,25	0,361	11,38	10,73	10,20	10,74	11,03	10,30			
QCATF	"	27,6	7,41	1,004	0,972	0,928	1,080	0,788	0,921	1,040	1,052	0,196	0,874	0,940	0,971	0,968	1,140	1,133			

6-1.3 - INFLUENCE DE TROIS DOSES DE CHAUX DE DEUX AMENDEMENTS CALCIFIQUES DIFFERENTS SUR UNE CULTURE DE MAÏS SUR VERTISOL HYPER-MAGNESIEN : CYCLE ...1...
PREMIER CYCLE (1984) - CARACTERISTIQUES "PLANTE".

PARAMETRES		CV %	X ² des V.R.	X̄	INFLUENCE DES FACTEURS CONTROLES													
Sigles	Unités				Nature de l'amendement			Dose de CaO			Interaction nature * dose							
		Pté F	Calcaire	Gypse	Pté F	4t/ha	8t/ha	12t/ha	C a l c a i r e			G y p s e						
					Pté F	4t/ha	8t/ha	12t/ha	Pté F	4t/ha	8t/ha	12t/ha	4t/ha	8t/ha	12t/ha	4t/ha	8t/ha	12t/ha
QMGTF	g/m ²	21,6	4,55	5,622	0,141	5,597	5,646	0,834	5,692	5,925	5,249	0,128	5,582	5,997	5,213	5,802	5,852	5,285
QTN	"	9,4	4,81	16,96	0,447	16,81	17,10	0,993	16,44	17,87	16,55	0,459	16,34	17,99	16,09	16,54	17,76	17,01
QTP	"	11,9	2,01	2,755	0,482	2,727	2,783	0,998	2,624	2,970	2,672	0,459	2,633	2,966	2,583	2,614	2,974	2,762
QTK	"	13,3	6,50	13,46	0,086	13,48	13,44	0,4442	13,54	13,69	13,14	0,406	13,87	13,58	12,99	13,21	13,80	13,29
QTMG	"	18,5	4,68	6,499	0,123	6,478	6,520	0,823	6,484	6,840	6,174	0,143	6,377	6,924	6,133	6,570	6,756	6,215

6-2.1-INFLUENCE DE TROIS DOSES DE CHAUX DE DEUX AMENDEMENTS CALCIQUES DIFFERENTS SUR UNE CULTURE DE MAÏS SUR VERTISOL HYPER-MAGNESIEN : CYCLE 1984.(A)
 ETAT DES CARACTERISTIQUES "SOL" DANS L'HORIZON (0-20)cm AVANT L'APPLICATION DES AMENDEMENTS.

PARAMETRES		CV	X ²	X̄	INFLUENCE DES FACTEURS CONTROLES														
Sigles	Unités	%	des V.R.		Nature de l'amendement			Dose de CaO			Interaction nature * dose								
					Ptê F	Calcaire	Gypse	Ptê F	4t/ha	8t/ha	12t/ha	C a l c a i r e			G y p s e				
A0-20	%	9,3	19,53	47,18	0,401	46,90	47,46	0,216	46,72	47,21	47,62	0,848	47,34	47,50	45,86	46,10	46,92	49,38	
LF0-20	%	9,0	2,48	16,29	0,477	16,17	16,42	0,820	16,52	15,83	16,54	0,643	16,74	15,59	16,17	16,29	16,06	16,92	
LGO-20	%	14,9	11,00	9,00	0,450	9,12	8,88	0,951	8,65	8,78	9,57	0,726	8,89	9,14	9,33	8,40	8,41	9,82	
SFO-20	%	14,2	13,07	14,38	0,459	14,23	14,54	0,923	14,67	14,90	13,58	0,222	14,30	14,75	13,64	15,03	15,05	13,53	
SGO-20	%	66,0	37,64	8,10	0,461	8,50	7,70	0,058	8,28	8,24	7,80	0,809	7,44	8,26	9,81	9,11	8,22	5,78	
HCCO-20	%	9,6	20,81	44,61	0,478	44,24	44,98	0,137	44,50	44,34	44,99	0,775	44,96	44,40	43,36	44,04	44,28	46,62	
RUO-20	%	15,9	16,62	16,16	0,847	15,72	16,59	0,003	16,13	16,18	16,16	0,416	15,95	15,93	15,28	16,30	16,44	17,04	
CO-20	‰	8,3	3,23	25,52	0,493	25,69	25,35	0,903	26,08	24,75	25,73	0,900	26,27	24,13	26,18	25,40	25,37	25,28	
NO-20	‰	6,6	3,46	2,05	0,784	2,07	2,03	0,710	2,07	2,01	2,07	0,766	2,12	2,00	2,09	2,02	2,03	2,04	
C/NO-20	-	5,6	6,83	12,46	0,357	12,42	12,50	0,656	12,60	12,30	12,47	0,677	12,62	12,09	12,55	12,59	12,52	12,38	
M00-20	%	8,3	3,40	4,40	0,472	4,43	4,36	0,864	4,49	4,28	4,43	0,912	4,61	4,17	4,51	4,37	4,38	4,34	
PAO	ppm	36,9	3,73	15,83	0,346	15,17	16,50	0,402	14,83	16,25	16,42	0,825	15,67	15,83	14,00	14,00	16,67	18,83	
PT	ppm	13,1	15,37	408,5	0,381	414,2	402,8	0,678	418,8	395,4	411,3	0,382	42,67	392,5	423,3	410,8	398,3	399,2	
KO-20	meq/100g	23,4	4,38	0,271	0,768	0,261	0,280	0,292	0,262	0,271	0,278	0,328	0,262	0,260	0,262	0,262	0,262	0,283	0,294
NAO-20	"	30,6	10,98	0,358	0,434	0,368	0,347	0,683	0,386	0,340	0,348	0,84	0,421	0,360	0,324	0,351	0,320	0,372	
CAO-20	"	11,7	4,98	4,531	0,335	4,558	4,503	0,753	4,646	4,387	4,558	0,258	4,708	4,450	4,517	4,583	4,325	4,600	
MGO-20	"	10,4	19,82	41,904	0,353	41,414	42,394	0,653	41,771	42,900	41,042	0,923	42,383	43,033	38,825	41,158	42,767	43,288	
SBE	"	9,9	22,58	47,063	0,418	46,602	47,524	0,479	47,065	47,899	46,226	0,919	47,775	48,103	43,927	46,355	47,694	48,524	
TO-20	"	7,3	2,09	52,560	0,118	52,625	52,494	0,173	52,608	52,192	52,879	0,950	54,208	52,108	51,558	51,008	52,275	54,200	
S/TO-20	-	7,7	5,16	0,896	0,713	0,887	0,905	0,909	0,898	0,918	0,873	0,414	0,889	0,923	0,850	0,907	0,913	0,895	
CA/MG 0-20	-	11,2	1,33	0,108	0,839	0,111	0,106	0,979	0,111	0,102	0,112	0,758	0,111	0,104	0,117	0,112	0,101	0,106	
RAPO-20	-	20,9	3,30	179,3	0,355	183,5	175,1	0,298	179,2	184,0	174,7	0,670	181,3	197,3	174,9	177,1	170,7	177,6	

G-2.2 - INFLUENCE DE TROIS DOSES DE CHAUX DE DEUX AMENDEMENTS CALCIQUES DIFFERENTS SUR UNE CULTURE DE MAÏS SUR VERTISOL HYPER-MAGNESIEN : CYCLE 1984(A)
 ETAT DES CARACTERISTIQUES "SOL" DANS L'HORIZON (0-20)cm AVANT L'APPLICATION DES AMENDEMENTS.

PARAMETRES		CV %	X ² des V.R.	x̄	INFLUENCE DES FACTEURS CONTROLES													
Sigles	Unités				Nature de l'amendement			Dose de CaO			Interaction nature * dose							
					Ptē F	Calcaire	Gypse	Ptē F	4t/ha	8t/ha	12t/ha	Calcaire			Gypse			
													4t/ha	8t/ha	12t/ha	4t/ha	8t/ha	12t/ha
PH-H2O	-	2,0	2,10	5,811	0,964	5,781	5,842	0,842	5,808	5,846	5,779	0,632	5,750	5,825	5,767	5,867	5,867	5,792
PH-KCL	-	2,2	3,33	4,787	0,766	4,772	4,803	0,818	4,788	4,817	4,758	0,425	4,758	4,825	4,733	4,817	4,808	4,783
KT-1A	meq/100g	17,5	22,22	0,968	0,221	0,974	0,963	0,675	0,981	0,998	0,926	0,456	1,012	1,007	0,902	0,950	0,938	0,950
NAT-IA	"	22,4	0,85	0,474	0,452	0,467	0,482	0,935	0,518	0,447	0,459	0,980	0,558	0,437	0,405	0,477	0,458	0,513
CAT-IA	"	9,5	14,00	6,725	0,005	6,731	6,720	0,916	6,695	6,953	6,527	0,409	6,796	6,815	6,581	6,595	7,092	6,474
MGT-IA	"	11,6	1,24	109,8	0,951	106,7	112,9	0,840	109,9	113,4	106,2	0,220	106,9	111,6	101,7	112,9	115,3	110,6

6-3-1 - INFLUENCE DE TROIS DOSES DE CHAUX DE DEUX AMENDEMENTS CALCIQUES DIFFERENTS SUR UNE CULTURE DE MAÏS SUR VERTISOL HYPER-MAGNESIEN : CYCLE 1984 (A)
 ETAT DES CARACTERISTIQUES "SOL" DANS L'HORIZON (20-40)cm AVANT L'APPLICATION DES AMENDEMENTS.

PARAMETRES		CV	X ²	X̄	INFLUENCE DES FACTEURS CONTROLES														
Sigles	Unités	%	des 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					
											Pte F	4t/ha	8t/ha	12t/ha	4t/ha	8t/ha	12t/ha		
A2	%	10,8	18,87	48,63	0,008	48,63	48,63	0,485	48,82	47,65	49,41	0,747	49,75	48,21	47,92	47,89	47,10	50,90	
LF2	%	7,1	3,20	15,87	0,413	15,98	15,76	0,376	15,70	15,89	16,02	0,191	15,78	16,13	16,05	15,63	15,66	15,99	
LG2	%	9,5	3,36	8,76	0,416	8,68	8,84	0,617	8,92	8,78	8,58	0,757	9,08	8,57	8,38	8,76	8,98	8,78	
SF2	%	10,5	8,83	14,05	0,713	13,86	14,24	0,384	13,96	14,29	13,89	0,335	13,55	14,18	13,85	14,38	14,41	13,93	
SG2	%	71,0	15,18	8,32	0,218	8,51	8,13	0,294	8,54	8,91	7,51	0,750	7,58	8,60	9,36	9,50	9,22	5,67	
HCC2	%	11,4	12,03	47,39	0,170	47,52	47,26	0,102	47,19	47,17	47,80	0,425	47,91	47,93	46,73	46,48	46,42	48,88	
HPFP2	%	10,9	8,76	30,44	0,137	30,37	30,50	0,697	30,22	29,81	31,28	0,482	30,76	29,73	30,63	29,68	29,90	31,93	
RU2	%	19,2	9,63	16,95	0,385	17,15	16,75	0,317	16,97	17,36	16,53	0,421	17,15	18,2	16,10	16,79	16,52	16,95	
C2	%	14,4	3,13	2,112	0,825	2,162	2,062	0,446	2,167	2,090	2,077	0,341	2,242	2,093	2,150	2,092	2,087	2,005	
N2	‰	11,3	0,14	1,713	0,838	1,746	1,680	0,359	1,782	1,682	1,723	0,122	1,769	1,699	1,768	1,696	1,665	1,678	
C/N2	-	7,4	3,08	12,34	0,487	12,41	12,26	0,825	12,53	12,43	12,05	0,466	12,73	12,31	12,19	12,33	12,54	11,91	
MO2	%	13,0	1,04	3,654	0,762	3,722	3,586	0,402	3,733	3,596	3,633	0,211	3,850	3,617	3,700	3,617	3,575	3,567	
PAO2	ppm	40,1	1,44	9,167	0,295	9,333	9,000	0,020	9,083	9,292	9,125	0,793	9,750	10,083	8,167	8,417	8,500	10,083	
PT2	ppm	14,9	0,22	314,6	0,706	320,6	308,6	0,391	322,5	310,0	311,3	0,056	330,8	315,8	315,0	314,2	304,2	307,5	
K2	meq %	33,4	3,22	0,196	0,480	0,201	0,191	0,828	0,210	0,175	0,203	0,905	0,238	0,179	0,188	0,182	0,172	0,219	
NA2	"	23,4	1,42	0,336	0,879	0,351	0,321	0,419	0,353	0,327	0,327	0,906	0,397	0,319	0,336	0,310	0,335	0,318	
CA2	"	10,0	1,05	4,407	0,873	4,489	4,325	0,114	4,425	4,371	4,425	0,117	4,542	4,425	4,500	4,308	4,317	4,350	
MG2	"	11,9	22,65	43,35	0,387	43,03	43,67	0,472	42,98	42,74	44,33	0,402	43,16	43,11	42,83	42,79	42,37	45,84	
S2	"	10,6	19,16	48,29	0,277	48,07	48,50	0,500	47,96	47,61	49,29	0,626	48,33	48,03	47,85	47,59	47,19	50,73	
T2	"	6,8	12,25	52,81	0,224	52,93	52,69	0,482	52,83	52,19	53,40	0,866	53,93	52,50	52,35	51,73	51,88	54,44	
SIT2	-	4,8	8,09	0,913	0,708	0,908	0,919	0,494	0,907	0,911	0,922	0,496	0,897	0,914	0,913	0,918	0,908	0,932	
CA/MG2	-	17,9	12,10	0,102	0,768	0,105	0,100	0,209	0,104	0,103	0,100	0,330	0,106	0,104	0,106	0,102	0,102	0,095	
RAP2	-	32,6	4,27	266,9	0,488	259,5	274,2	0,689	246,3	285,4	268,9	0,416	223,7	284,1	270,8	268,9	286,7	267,1	

6-3.2-INFLUENCE DE TROIS DOSES DE CHAUX DE DEUX AMENDEMENTS CALCIQUES DIFFERENTS SUR UNE CULTURE DE MAÏS SUR VERTISOL HYPER-MAGNESIEN : CYCLE ..194(A)
 ETAT DES CARACTERISTIQUES "SOL" DANS L'HORIZON (20-40)cm AVANT L'APPLICATION DES AMENDEMENTS.

PARAMETRES		CV	X ² des V.R.	\bar{X}	INFLUENCE DES FACTEURS CONTROLES														
Sigles	Unités	%			Nature de l'amendement			Dose de CaO			Interaction nature * dose								
					Ptê F	Calcaire	Gypse	Ptê F	4t/ha	8t/ha	12t/ha	C a l c a i r e			G y p s e				
PHE2	-	5,6	1,81	6,033	0,116	6,039	6,028	0,430	5,962	6,050	6,087	0,311	5,959	6,025	6,142	5,975	6,075	6,033	
PHK2	-	2,4	4,08	4,872	0,941	4,844	4,900	0,618	4,862	4,900	4,854	0,332	4,842	4,883	4,808	4,883	4,917	4,900	
KT2A	meq %	15,4	3,95	0,952	0,323	0,959	0,944	0,468	0,966	0,968	0,921	0,748	1,014	0,963	0,900	0,917	0,973	0,942	
NAT2A	"	29,7	17,77	0,686	0,151	0,691	0,682	0,956	0,776	0,634	0,648	0,355	0,813	0,619	0,640	0,739	0,649	0,657	
CAT2A	"	10,9	12,30	6,587	0,022	6,590	6,585	0,451	6,652	6,657	6,454	0,133	6,688	6,595	6,486	6,615	6,718	6,422	
MGT2A	"	12,5	0,91	118,7	0,976	114,4	122,9	0,910	118,1	123,8	114,0	0,397	113,4	122,8	107,1	122,8	124,9	121,0	

6-4 - INFLUENCE DE TROIS DOSES DE CHAUX DE DEUX AMENDEMENTS CALCIFIQUES DIFFERENTS SUR UNE CULTURE DE MAÏS SUR VERTISOL HYPER-MAGNESIEN : CYCLE .1984(B)
 ETAT DES CARACTERISTIQUES "SOL" DE L'HORIZON (0-20)cm A LA FIN DU PREMIER CYCLE, APRES APPORT DES AMENDEMENTS CALCIFIQUES.

PARAMETRES		CV*	X ² ** des V.R.	\bar{X}	INFLUENCE DES FACTEURS CONTROLES															
Sigles	Unités				%	Nature de l'amendement			Dose de CaO			Interaction nature * dose								
						Pté F	Calcaire	Gypse	Pté F	4t/ha	8t/ha	12t/ha	C a l c a i r e			G y p s e				
C1B	%	6,9	8,89	2,626	0,782	2,653	2,599	0,960	2,702	2,563	2,613	0,668	2,766	2,547	2,647	2,639	2,579	2,579		
N1B	‰	6,6	6,80	2,044	0,773	2,064	2,024	0,996	2,124	1,982	2,027	0,230	2,155	1,986	2,051	2,092	1,978	2,002		
C/N1B	-	2,8	4,98	12,85	0,092	12,86	12,85	0,900	12,72	12,94	12,90	0,873	12,84	12,83	12,90	12,61	13,05	12,89		
PHE1B	-	3,6	3,19	7,246	0,947	7,308	7,183	1,000	6,762	7,367	7,608	0,170	6,850	7,403	7,667	6,675	7,325	7,550		
PHEKCI IIB	-	4,2	0,09	6,215	0,911	6,269	6,161	1,000	5,708	6,325	6,612	0,227	5,792	6,375	6,642	5,625	6,275	6,583		

* 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.

A N N E X E 1.

COMPTES-RENDUS DES OBSERVATIONS EFFECTUEES
LES 05.02.81 ET 09.02.81 SUR DES CHAMPS DE SORGH0
DES VALLEES DE LA TAMOA ET DE LA TONTOUTA*.

* Ces documents furent transmis aux Services Ruraux Territoriaux par la lettre BB/mm 0807 le 23.02.81.

COMPTE-RENDU DES OBSERVATIONS EFFECTUEES
LE 09 FEVRIER 1981 SUR QUELQUES CHAMPS DE SORGHO
DES EXPLOITATIONS DE MM. MAITRE ET PIERSON

RESULTATS DES DETERMINATIONS EFFECTUEES
PAR LE LABORATOIRE DE PHYTOPATHOLOGIE SUR LES ECHANTILLONS
RECOLTES LE 05 FEVRIER CHEZ M. MAITRE
ET LE 09 FEVRIER CHEZ MM. MAITRE ET PIERSON

Etaient présents : MM. MAITRE, PIERSON, LEMAITRE, PELLEGRIN et BONZON

But de la visite :

La visite du 9 Février au champ de sorgho de M. A. MAITRE à la TAMOA avait pour but de suivre l'évolution et de préciser la nature et l'étendue des problèmes rencontrés le 5. Grâce à l'obligeance de M. MAITRE, il nous a été possible d'examiner l'état phytosanitaire de quelques autres champs de sorgho lui appartenant et appartenant à M. PIERSON à TONTOUTA.

Observations effectuées sur les champs

1 - Chez M. MAITRE

a - sur le champ de sorgho examiné le 5 Février.

Les déformations et nécroses foliaires se sont étendues à l'ensemble des pieds des champs et atteignent non seulement les talles initiaux mais aussi les talles secondaires. Les nécroses descendent plus profondément à l'intérieur du cornet. On observe sur le terrain davantage de chrysomelles et d'assez nombreuses petites cigales noires ainsi que quelques sauterelles. Si les plants de sorgho ne se sont guère développés en hauteur, les adventices, par contre, commencent à envahir le terrain.

b - sur une "repousse" de sorgho plus âgée (arrivée presque au stade de l'épiaison et constituée en réalité par de nouveaux talles provenant d'un ancien champ de sorgho abandonné en 80 à cause des dégâts dûs aux cochons sauvages et aux cerfs) située dans un bas-fond en position topographique plus élevée que celle du premier champ et sur des sols colluviaux et fersiallitiques.

De très rares plants présentent les symptômes précédents et ces symptômes sont sans gravité (les nécroses ne touchent pas les apex).

2 - Chez M. PIERSON

a - sur un champ établi en décembre 1980 sur sol peu évolué d'apport, probablement magnésien.

De très nombreux plants présentent les mêmes symptômes que ceux du champ touché de M. MAITRE.

.../...

b - sur un champ établi début décembre 1980 sur sol vertique mais en position topographique un peu plus élevée que le précédent et au stade de l'épiaison

Aucune déformation, aucune nécrose.

c - sur un champ de sorgho semé début janvier 1981, à flanc de coteau sur sols fersiallitiques et colluviaux.

Quelques symptômes comparables à ceux observés chez M. MAITRE.

Résultats des isolements sur milieux de culture

1 - Isolements effectués sur les échantillons prélevés le 05/02/81.

		Milieux			Conclusions
		P.D.A.	P. Pois	P.Pois + anti-biotiques	
Plants	Maïs	+	+	+	Bactéries
	Sorgho	+	+	+	Bactéries + quelques fusarium (sp)

(- isolement mis en culture le 05/02)
 (- observation des implants le 07/02)

2 - Isolements effectués sur les échantillons prélevés le 09/02/81.

Tous les isolements effectués sur les échantillons malades récoltés chez MM. MAITRE et PIERSON ont donné des bactéries sur les implants (mis en culture des isolements le 09/02 et observation des implants le 11/02).

Les échantillons placés en chambre humide n'ont pas montré de développement mycélien.

CONCLUSIONS ET HYPOTHESES

Observations et résultats des tests vont dans le même sens : il s'agirait d'une infection bactérienne secondaire (ce qui expliquerait sa généralisation) favorisée par un stress physiologique de nature indéterminée.

La lutte antibactérienne est chimiquement impossible.

Plusieurs inconnues demeurent :

- l'identification de la (ou des) bactérie(s) responsable(s) de l'attaque;
- le niveau de pathogénie du (ou des) agent(s) infectieux;
- les rôles respectifs du sol, de l'âge des plants, ou des conditions climatiques (température, humidité, pluviométrie), dans l'initiation et le développement de la maladie;
- l'existence éventuelle de variétés de sorgho résistantes.

COMPTE-RENDU DES OBSERVATIONS EFFECTUEES
LE 05 FEVRIER 1981 SUR UN CHAMP DE SORGHO INSTALLE
EN BORDURE DE LA RIVIERE TAMOA
(PROPRIETE DE MONSIEUR ALAIN MAITRE)

Etaient présents au cours de la visite

MM. Alain MAITRE, exploitant agricole
Alain BEAUDOU, pédologue ORSTOM
Jean-Paul SAMPOUX et Bernard BONZON, agronomes ORSTOM

But de la visite et calendrier des contacts et des observations

- Examen des déformations et des nécroses foliaires apparaissant sur de jeunes plants de sorgho.
- 11.05 h. : appel téléphonique de M. MAITRE nous demandant de venir examiner des plants de sorgho malades et d'en prévenir les Services Ruraux Territoriaux.
- 11.20 h. : transmission de l'information de M. MAITRE à M. ARRIGHI, Chef du Service de l'Agriculture.
- 14.00 h. : rendez-vous avec M. MAITRE au pont de la TAMOA.
- 15.30 h. : retour au Centre ORSTOM : deux échantillons de plants entiers sont confiés à M. PELLEGRIN, phytopathologiste.

Ces échantillons sont examinés également par MM. CHAZEAU et BRUN, entomologistes.

- 16.30 h. : divers prélèvements sont effectués sur des organes nécrosés et mis en culture par M. PELLEGRIN.

Observations effectuées sur le terrain

- plants au stade 4-6 feuilles : début de tallage.
- déformations des limbes les plus récents de séries de pieds mitoyens situés sur des segments de ligne de semis de 50 à 150 cm de long entrecoupés de segments de lignes porteurs de plants apparemment sains;
- nécroses de quelques uns de ces limbes, se prolongeant parfois à l'intérieur du cornet et atteignant l'apex de la tige;
- talles secondaires apparemment sains;
- symptômes dispersés sur toute la surface du champ (9 ha);
- symptômes apparemment plus développés sur les parties hautes des microreliefs;
- de la terre était présente en quantités non négligeables dans tous les cornets (projections de boues par les pluies);
- sol : du type vertique; terrain plat avec de très légères cuvettes encore humides au moment des observations et nettement envahies par de jeunes adventices (carex et graminées);
- peu de (parasites) animaux : quelques rares chrysomelles, 1 chenille inconnue rose de petite dimension (1 cm), quelques rares sauterelles;
- végétation très homogène du sorgho, semé régulièrement et à l'écartement interlignes de 76 cm.

Données concernant les précédents culturaux et les conditions de mise en culture du champ.

- cf les Notes de M. A. MAITRE en annexe.

Prélèvements effectués

- 4 prélèvements à la bêche de plants entiers ont été effectués sur des groupes de plants malades, dont 1 sur maïs en réalité (des plants de maïs développés à partir des grains d'un épi enfoui du précédent cultural : quelques uns de ces plants étaient atteints).

Commentaires

- 1°/ - il ne s'agit probablement pas d'une attaque d'insectes ou d'autres animaux;
- 2°/ - les nécroses apparaissent à la partie supérieure des plants et non au niveau du collet : il s'agit donc d'un agent pathogène "aérien" (s'il s'agit d'un agent);
- 3°/ - le champ est entièrement touché ce qui laisse supposer que l'agent infectieux était déjà en place avant la culture;
- 4°/ - des problèmes tout à fait comparables étaient apparus chez M. MAITRE à peu près dans les mêmes conditions de milieu et à la même époque en 80.

Autant que ses souvenirs soient corrects, B. BONZON aurait observé les mêmes attaques avec M. CHIMENTI à Bouloupari également à la même époque en 1979.

N O T E

de Monsieur Alain MAITRE - B.P. 141 Tontouta

sur les "Maladies" du Sorgho constatées

1980 : Pièce de 5 ha de sorgho "goldfinger" d'Australie.

- semés le 10 janvier.

	Quantités de pluies relevées et nombre de jours.	Dates	Âges	Notes
	134 m/m en 4 fois	29 Janvier	19 jours	Epandage de 80 kgs d'urée à 46%
	16 m/m en 3 fois	4 Février	25 jours	Traitement insectici- de contre "bêtes jaune 800 g/ha de m.a. carboryl.
Total	150 m/m en 7 fois	Premières traces d'attaque sur feuilles et cornets.		
	150,5 m/m en 9 fois	21 Février	41 jours	Visite de la parcelle par MM. BONZON et MAZARD
	117 m/m en 9 fois	15 Mars	64 jours	Pratiquement dispari- tion quasi-complète du phénomène.
	14,25 m/m en 4 fois	13 Avril	94 jours	Le grain commence à murer (40 à 45% d'hu- midité).
	152 m/m en 11 fois	16 Juin	158 jours	Moisson environ 30 Qx/ha à 14 % (récolté à 17%)
tal général	583,75 m/m en 40 jours.			

Fumure :		<u>N.</u>	<u>P.</u>	<u>K.</u>
Avant semis - en surface				
	350 Kgs de 12.12.20.	42	42	70
	300 Kgs de 0.20.10.	0	60	30
Après semis - en surface				
	environ 80 Kgs d'urée à 46%	46	0	0
		88	102	100

Précédent : friche de Niaouli - Argiles noires.

.../...

1981 : Pièce de 9 ha de Sorgho "goldfinger" d'Australie

Semés le 20 Janvier

Quantité de Pluie	Date	Age	Notes
101,4 m/m en 9 fois	5 Février	16 jours	je m'aperçois ce jour de l'attaque qui a dû avoir lieu 2 ou 3 jours avant au <u>maximum</u> .

Fumure utilisée : Avant semis (en surface)	<u>N.</u>	<u>P.</u>	<u>K.</u>
80 kgs/ha d'urée	37	0	0
100 kgs/ha S. de Potasse	0	0	50
330 kgs/ha de 0.32.16	0	105	52
Au semis (localisation)			
environ 100 kgs/ha d'urée	46	0	0
	<u>83</u>	<u>105</u>	<u>102</u>

- Traitement insecticide au Carbofuran microgranulé (curater).

Attaque indifféremment ^{aussi bien} sur tournière traitée à 25 kgs/ha. qu'au centre traité à environ 5 à 6 kgs/ha. Par contre les "bêtes jaunes" sont détruites.

Précédent cultural : Maïs non récolté, enfoui.

engrais précédent : N = 106 P = 106 K = 114

Précédemment : friche avec quelques niaoulis, quelques bois de fer, et surtout des goyaviers.

ANNEXE 2.

RESULTATS ANALYTIQUES DES ENQUETES INITIALES.

1. DETERMINATIONS RAPIDES DU PH EAU ET DU CALCIUM ET DU MAGNESIUM ECHANGEABLES D'UN CHAMP SUR VERTISOL MAGNESIEN DE LA VALLEE DE LA TAMOA (Propriété GAUDE).

Horizons cm	Sites	Caractéristiques			
		pH	Calcium échangeable még %	Magnésium échangeable még %	Rapport MgE/CaE
0-20	1	5,7	4,2	45,7	10,9
	2	6,0	4,5	40,1	8,9
	3	5,9	3,7	50,2	13,6
	4	5,8	3,7	47,0	12,7
	5	5,6	3,9	41,1	10,4
	Moyenne	5,8	4,0	44,8	11,3
	CV %	2,7	8,6	9,3	16,5
20-40	1	6,1	4,1	46,0	11,2
	2	6,7	3,4	40,9	9,1
	3	6,3	2,8	54,9	19,6
	4	6,6	3,2	54,8	17,1
	5	6,5	4,0	45,5	11,4
	Moyenne	6,4	3,5	48,4	13,7
	CV %	3,7	15,6	12,8	32,5

2. GRADIENTS HORIZONTAUX EVENTUELS CONCERNANT LES TENEURS EN BASES ECHANGEABLES
DU CHAMP SUR VERTISOL MAGNESIEN DE MONSIEUR GAUDE DANS LA VALLEE DE LA TAMOA*.

(Nord-Ouest)

1	5,10 44,80 0,74 0,41 51,05	2	4,40 39,60 0,43 0,33 44,76	3	4,60 38,40 0,50 0,43 43,93	4	3,90 39,10 0,49 0,41 43,90	5	4,00 41,50 0,46 0,42 46,38	6	4,20 44,40 0,72 0,56 49,88
	4,70 44,70 0,65 0,47 50,52		4,50 42,60 0,54 0,53 48,17		5,70 44,60 0,56 0,53 51,39		4,80 40,50 0,50 0,49 46,29		4,30 37,50 0,43 0,50 42,73		4,30 41,90 0,65 0,50 47,35
13	4,70 43,50 0,60 0,46 49,26	14	4,80 40,90 0,50 0,52 46,72	15	5,20 41,10 0,57 0,53 47,40	16	4,20 28,00 0,63 0,43 33,26		4,40 39,10 0,47 0,44 44,41		3,90 41,00 0,54 0,50 45,94
	5,40 44,70 0,75 0,48 51,33		5,20 41,40 0,50 0,49 47,59		5,00 43,30 0,41 0,46 49,17		4,70 41,00 0,51 0,39 46,60	23	4,20 35,70 0,41 0,46 40,77		4,30 38,10 0,65 0,49 43,54
	5,30 43,70 0,59 0,40 49,99		4,50 39,20 0,51 0,43 44,64		5,40 42,90 0,66 0,57 49,53		4,20 38,80 0,48 0,41 43,99	29	3,70 30,50 0,45 0,41 35,06	30	4,30 33,50 0,52 0,47 38,79
	5,20 44,90 0,82 0,45 51,37		5,60 42,10 0,70 0,47 48,87		5,30 43,70 0,42 0,43 49,85		5,00 39,90 0,63 0,49 46,02		4,90 37,40 0,50 0,46 43,26		4,20 34,30 0,57 0,44 39,51

(Sud-Est)

* Les résultats figurant dans chaque case de ce carré sont successivement, de haut en bas, les teneurs en calcium, magnésium, potassium et sodium échangeables, et leurs sommes S exprimées en me/100g de terre sèche.

LIVRET		Feuille		A Recto		PREPARATION - TEXTURE - Divers																						
[][] [][]		PROFIL		INDICATIF (lettres)		A	1	V	M	T	A	1			A	1			A	1			A	1				
Prof. complet sur livrets		NUMERO (chiffres)		Couche prélevée		[]	[]	1	[]	2	[]	[]	[]	[]	[]	[]	[]	[]	[]	[]	[]	[]	[]	[]	[]			
[][] à [][]		N° Labo		Non codé		[]	[]	[]	[]	[]	[]	[]	[]	[]	[]	[]	[]	[]	[]	[]	[]	[]	[]	[]	[]			
Couche prélevée		Profondeur cm min. max.		Rappel		[][][]	[][][]	[][][]	[][][]	[][][]	[][][]	[][][]	[][][]	[][][]	[][][]	[][][]	[][][]	[][][]	[][][]	[][][]	[][][]	[][][]	[][][]	[][][]	[][][]			
PREPARATION						en 10 ⁻² du sol total sec à l'air																						
Refus total > 2 mm φ						A	2																					
TEXTURE en 10 ⁻² du sol sec à 105°C						Compléter ou biffer mentions inutiles →		Pipette		Densimètre		H ₂ O ₂		HCl		N		US		KHz/s. pH		Agit		h				
Classement triangle						A	3																					
Argile 0 à 2 μ						A	3					4	8	9														
Limon fin 2 à 20 μ						A	3					1	5	9														
Limon gross 20 à 50 μ						A	3						9	5														
Sable fin 50 à 200 μ						A	3					1	3	9														
Sable gross 200 à 2000 μ						A	3						7	2														
H ₂ O ⁻ (à 105°C) ()						A	3																					
Mat. org. tot.						B	2						4	9														
Calcaire (si décalcification)						A	6																					
TOTAL						A	3					1	0	0	3													
LF/A						A	3																					
pH - rH						Rapport Sol 20 g / Réactif 50 ml																						
H ₂ O (II)						A	4						5	5														
K Cl N (II)						A	4						4	8														
MATIERE ORGANIQUE						* (E) en 10 ⁻³ du sol sec à 105°C																						
C (Meth WB / XXV)						B	2						2	8	6	0												
N (Meth K ₂ / XXV)						B	2						2	0	8													
C/N						B	2	Z					1	3	8													
C de M O L						E	2																					
C de Σ A F						E	3																					
C de Σ A H						E	4																					
C de Humine						E	5																					
COMPLEXE ADSORB						* (D) en milli-équivalents (me) pour 100 g de sol sec à 105°C																						
Avec 10 g de sol Ca ⁺⁺						B	3						4	6	0													
et 500 ml de Mg ⁺⁺						B	3						4	2	9	0												
CH ₃ COO (NH ₄) Mph/						B	3						0	4	9													
Na ⁺						B	3						0	3	6													
Somme						B	3						4	8	3	5												
T (Ca) à pH 7.0						B	4	B	4				5	4	0													
100 S/T = V %						B	4	Z	Z				8	9	5													
Al *** ech (Meth.)						B	4																					
T' () (Meth. pH)						B	4																					
Calcaire total (%)																												
Calcaire actif (%)																												
FERTILITE						* (F) en 10 ⁻³ (P ₂ O ₅ , S ⁺⁺ , N ⁺⁺) ou me / 100 g de sol (K ₂ O) sec à 105°C																						
Total nitrique						B	6						0	4	7													
Assimil. Olsen						B	6						0	0	3	6												
S Total						B	6																					
K ₂ O difficilement ech ()						B	6																					
N Hydrolysable						B	6																					
OXYDES						* (G) en 10 ⁻² du sol sec à 105°C																						
Total (XXV) (XXV)						B	7						0	2														
Libre (DEB)						B	7																					
Si non <input type="checkbox"/> biffer						CODE ↑		* Feuilles spéciales pour études approfondies (Rapport à ...)																				

LIVRET		Feuille		C Recto		ANALYSE TOTALE																						
[]/[]		INDICATIF (lettres)		C	i	V	M	T	C	1		C	1		C	1		C	1		C	1		C	1			
Profil complet sur livrets		NUMERO (chiffres)																										
à []		Couche prélevée		[]			1																					
		N° Labo		Non codé																								
Tous RESULTATS METHODE →				Triacide				HF + SO ₄ H ₂				HF + Cl O ₄ H				HF												
en 10 ⁻² du produit sec à 105° C				CO ₂ Na K				Na OH				S ₂ O ₇ K ₂				Na ₂ O ₂												
Fraction analysée				Attaque : biffer les mentions inutiles ou indiquer toute autre méthode																								
Perte au feu totale (1000°C)				C	3		A	11	5	2		11	2	4														
...dont : H ₂ O ()				C	3		B																					
...dont : CO ₂ ()				C	3		C																					
Résidu total :				C	3		D																					
...insol. Na OH				C	3		E	32	6	2		37	0	4														
...dont Si O ₂ "Silicates"				C	3		F	29	4	0		22	5	0														
XXXXXX				C	3		G																					
Al ₂ O ₃				C	3		H	4	3	1		4	2	3														
Fe total en Fe ₂ O ₃				C	3		J	17	1	6		16	5	9														
Fe ₂ O ₃ réel				C	3		K																					
Fe O ()				C	3		L																					
Ti O ₂				C	3		M	0	4	0		0	3	9														
Mn O ₂ XXXXXX				C	3			0	3	2		0	3	5														
NiO								0	3	5		0	3	5														
Cr ₂ O ₃								1	2	6		1	2	4														
Co O								0	0	5		0	0	5														
Cu O																												
P ₂ O ₅ réllement total				C	3		T																					
SO ₃ "				C	3		U																					
Ca O				C	4		A	0	16		0	20																
Mg O				C	4		B	2	9	5		3	0	2														
K ₂ O				C	4		C	0	0	5		0	0	5														
Na ₂ O				C	4		D	0	0	4		0	0	4														
TOTAL (G ou Z)				C	4			1	0	0	5	9	9	7	2	9	X											
Si O ₂ / R ₂ O ₃				C	4		H	3	2																			
Si O ₂ / Al ₂ O ₃				C	4		J	11	6																			
B, mé/100 g																												
Ca O % x 35.663338				C	4		N	6	1	0		6	0	8														
Mg O % x 49.603174				C	4		P	11	9	8		11	3	2	0													
K ₂ O % x 21.231423				C	4		Q	1	4	2		1	3	1														
Na ₂ O % x 32.26118				C	4		R	0	5	0		0	5	5														
Somme des mé				C	4		U	12	7	8	2	12	1	1	4													
Minéraux identifiés :																												
Rayons X, AT D, ATP,																												
Microscope polarisant, ...																												
...etc...																												
STRUCTURE				en 10 ⁻² du sol sec à 105° C																								
Densité apparente				H	3		A																					
" réelle				H	3		B																					
Porosité				H	3		E																					
Instab... struct... maximum				H	3		F																					
Instab... struct... eau				H	3		G																					
Rapports SOL - EAU				en 10 ⁻² du sol sec à 105° C																								
Humidité en place				H	4		A																					
4.2				H	4		B	2	8	9		2	7	8														
3.0				H	4		C	3	6	1		3	6	1														
2.5				H	4		D	4	3	4		4	3	3														
pF				H	4		H																					
Saturation				H	4		H																					
Perméabilité (cm/heure)				H	4		J																					
CODE ↑																												

A N N E X E 3.

SELS ET SOLUTIONS NUTRITIVES UTILISES
POUR LA MISE EN EVIDENCE DES CARENCES EN ELEMENTS MAJEURS ET MINEURS.

1 - QUANTITES D'ELEMENTS MAJEURS ET MINEURS A APPORTER PAR POT DANS LE CAS D'UNE FERTILISATION COMPLETE.

ELEMENTS	UNITES	QUANTITES D'ELEMENTS A APPORTER PAR POT.		
		Au 3ème jour après la levée	Au 10ème jour après la levée	Au total
N	g	0,280	0,280	0,560
P ₂ O ₅	g	0,107*	0,107	0,214
K ₂ O	g	0,157**	0,157	0,314
S	mg	32,65	32,65	65,30
B	mg	1,75	1,75	3,50
Cu	mg	3,98	3,98	7,96
Mo	mg	0,45	0,45	0,90
Zn	mg	2,73	2,73	5,46

* soit 0,0465 g de P

** soit 0,13 g de K

2 - SELS ET SOLUTIONS-MERES UTILISES POUR LES FERTILISATIONS EN ELEMENTS MAJEURS.

FERTILISATIONS.	S E L S	N° SOLUTIONS	CONCENTRATIONS DES SOLUTIONS MERES (g/10 l).	PREMIER EPANDAGE : VOLUMES DES SOLUTIONS MERES (ml) ET QUANTITES D'ELEMENTS (g) APPORTES					DEUXIEME EPANDAGE : VOLUMES DES SOLUTIONS MERES (ml) ET QUANTITES D'ELEMENTS (g) APPORTES					
				vm1	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	S	Vm1	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	S	
COMPLETE	KH ₂ PO ₄ K ₂ SO ₄ NH ₄ NO ₃	M-1	204,0	10	-	0,107	0,071	-	10	-	0,107	0,071	-	
		M-6	159,5	10	-	-	0,086	0,0293	10	-	-	0,086	0,0293	
		M-2	800,0	10	0,28	-	-	-	-	10	0,28	-	-	-
				30	0,28	0,107	0,157	0,0293	0,0293	30	0,28	0,107	0,157	0,0293
SANS N	KH ₂ PO ₄ K ₂ SO ₄	M-1	204	10	-	0,107	0,071	-	10	-	0,107	0,071	-	
		M-6	159,5	10	-	-	0,086	0,0293	10	-	-	0,086	0,0293	
				20	0	0,107	0,157	0,0293	0,0293	20	0	0,107	0,157	0,0293
SANS P	K ₂ SO ₄ K Cl NH ₄ NO ₃	M-6	159,5	10	-	-	0,086	0,0293	10	-	-	0,086	0,0293	
		M-7	111,75	10	-	-	0,071	-	10	-	-	0,071	-	
		M-2	800,0	10	0,28	-	-	-	-	10	0,28	-	-	-
				30	0,28	0	0,157	0,0293	0,0293	30	0,28	0	0,157	0,0293
SANS K	(NH ₄) ₃ PO ₄ , 3H ₂ O (NH ₄) ₂ SO ₄ NH ₄ NO ₃	M-5	304,5	10	0,0630	0,107	-	-	10	0,0630	0,107	-	-	
		M-8	120,86	10	0,0256	-	-	0,0293	10	0,0256	-	-	0,0293	
		M-3	546,86	10	0,1914	-	-	-	10	0,1914	-	-	-	
				30	0,28	0,107	0	0,0293	0,0293	30	0,28	0,107	0	0,0293
SANS S	KH ₂ PO ₄ KCL NH ₄ NO ₃	M-1	204,0	10	-	0,107	0,071	-	10	-	0,107	0,071	-	
		M-4	136,58	10	-	-	0,086	-	10	-	-	0,086	-	
		M-2	800,0	10	0,28	-	-	-	-	10	0,28	-	-	-
				30	0,28	0,107	0,157	0	0	30	0,28	0,107	0,157	0

3- SELS ET SOLUTIONS-MERES UTILISES POUR LES APPORTS D'OLIGOELEMENTS.

S E L S	Références des solutions.	Concentrations des solutions-mères g/5 l	Volumes des solutions-mères à apporter ml	Quantités d'éléments apportés (mg) au premier épandage d'engrais					
				B	Cu	Mo	Zn	S	N
H ₃ B O ₃	0 - 1	5,000	10	1,75	-	-	-	-	-
Cu SO ₄ , 5 H ₂ O	0 - 2	7,825	10	-	3,98	-	-	2,01	-
(NH ₄) ₆ Mo ₇ O ₂₄ , 1,5H ₂ O	0 - 3	0,400	10	-	-	0,45	-	-	0,06
Zn SO ₄ , 7 H ₂ O	0 - 4	5,998	10	-	-	-	2,73	1,34	-
<u>TOTAUX</u>			40	1,75	3,98	0,45	2,73	3,35	0,06

4 - SOLUTIONS NUTRITIVES EN ELEMENTS MAJEURS : REFERENCES, TRAITEMENTS CONCERNES, VOLUMES A PREPARER, COMPOSITION (A PARTIR DES SOLUTIONS-MERES) ET QUANTITES A APPORTER A CHAQUE EPANDAGE PAR POT.

REFERENCES	TRAITEMENTS CONCERNES	QUANTITES NECESSAIRES (ml)	VOLUMES A PREPARER* (ml)	COMPOSITIONS		QUANTITES A APPORTER PAR POT (ml)	
				Références des solutions-mères à utiliser	Quantités totales de solutions-mères à utiliser (ml)	au premier épandage (ml)	au second épandage (ml)
SNM 1	Tout (1)	3 600	4 200	M - 1	1 400	30	30
	- B (6)			M - 2	1 400		
	- Cu (7)			M - 6	1 400		
SNM 2	- N (2)	720	900	M - 1	300	30	30
				M - 6**	300		
				E.P.**	300		
SNM 3	- P (3)	720	900	M - 2	300	30	30
				M - 6	300		
				M - 7	300		
SNM 4	- K (4)	720	900	M - 3	300	30	30
				M - 5	300		
				M - 8	300		
SNM 5	- S (5)	720	900	M - 1	300	30	30
				M - 2	300		
				M - 4	300		

* Ces volumes doivent permettre de compenser les pertes dues aux manipulations.

** E.P.=eau permutée.

4 bis - SOLUTIONS NUTRITIVES EN OLIGOELEMENTS : REFERENCES, TRAITEMENTS CONCERNES, VOLUMES A PREPARER, COMPOSITION (A PARTIR DES SOLUTIONS-MERES) ET QUANTITES A APPORTER A CHAQUE EPANDAGE.

REFERENCES	TRAITEMENTS CONCERNES	QUANTITES NECESSAIRES (ml)	VOLUMES A PREPARER* (ml)	COMPOSITIONS		QUANTITES A APPORTER PAR POT à chaque épandage (ml)
				Références des solutions-mères à utiliser	Quantités totales de solutions-mères à utiliser (ml)	
SN 0 1	Tout (1) - N (2) - P (3) - K (4) - S (5)	4 800	5 600	0 - 1 0 - 2 0 - 3 0 - 4	1 400 1 400 1 400 1 400	40
SN 0 2	- B (6)	960	1 200	0 - 2 0 - 3 0 - 4 + E.P. **	300 300 300 300	40
SN 0 3	- Cu (7)	960	1 200	0 - 1 0 - 3 0 - 4 + E.P. **	300 300 300 300	40
SN 0 4	- Mo (8)	960	1 200	0 - 1 0 - 2 0 - 4 + E.P. **	300 300 300 300	40
SN 0 5	- Zn (9)	960	1 200	0 - 1 0 - 2 0 - 3 + E.P. **	300 300 300 300	40

* Ces volumes doivent permettre de compenser les pertes dues aux manipulations

** E.P. = Eau Permutée

A N N E X E 4.

DOSES D'AMENDEMENTS CALCIQUES ET FUMURES MINERALES UTILISEES
POUR L'ETUDE DE L'INFLUENCE DE QUATRE DOSES DE CHAUX ET DE
TROIS MELANGES DIFFERENTS DE CARBONATE ET DE SULFATE DE
CALCIUM SUR UNE CULTURE DE MAIS SUR VERTISOL HYPER-MAGNESIEN.

1. Doses de croûte calcaire et de gypse utilisées pour l'étude de l'influence de quatre doses de chaux de trois mélanges différents de carbonate et de sulfate de calcium sur une culture de maïs sur vertisol hyper-magnésien.

Rapport Mg/Ca échangeables.	Quantités de CaO (t/ha)	Mélange 1* 0 % gypse (en g/pot et t/ha)	Mélange 2* 5 % gypse	Mélange 3* 10 % gypse
5	3,5	g = 0,00(0,0) c = 10,63(8,3)	g = 0,66(0,5) c = 10,10(7,9)	g = 1,32(1,0) c = 9,56(7,4)
3,5	7,6	g = 0,00(0,0) c = 23,17(18,1)	g = 1,44(1,1) c = 22,01(17,2)	g = 2,88(2,2) c = 20,85(15,5)
2	17,8	g = 0,00(0,0) c = 54,52(42,5)	g = 3,39(2,6) c = 51,79(40,4)	g = 6,78(5,2) c = 49,07(36,4)
0,5	89,7	g = 0,00(0,00) c = 273,97(213,7)	g = 17,04(13,3) c = 260,27(247)	g = 39,08(26,6) c = 246,15 (222,3)

* $\left\{ \begin{array}{l} \text{g} = \text{gypse synthétique} \quad \text{à} \quad 33 \% \text{ de CaO} \\ \text{c} = \text{croûte calcaire} \quad \text{à} \quad 42 \% \text{ de CaO} \end{array} \right.$

** Le rapport en question est défini par :

Magnésium échangeable du sol / (Calcium échangeable du sol + Calcium des amendements).

Les quantités de magnésium et de calcium échangeables étaient pour mémoire de 43,82 et 5,58 mé pour 100g. Les pots contenaient 5 kg. de sol. Les calculs ont été faits ici sur la base de 3.900t/ha de terre.

3 - SIGNIFICATION DES SIGLES DES PARAMETRES.

Sigles	S i g n i f i c a t i o n	Unités
HX	Hauteur d'un plant au Xème jour	cm
HF	Hauteur totale finale	cm
VX-Y	Vitesse de croissance en hauteur d'un plant entre le Xème jour et le Yème jour	cm/j.
NFI	Nombre de feuilles : Ième mesure	-
NR	Nombre de rejets	-
IC-CAI	Indice de carence en Calcium : Ième mesure	-
IC-PI	Indice de carence en Phosphore : Ième mesure	-
IC-CHLO	Indice de Chlorose	-
PMSTF	Poids de matière sèche des tiges et feuilles	g
TXTF	Taux d'élément X dans les tiges et feuilles	%
PXTF	Exportation d'élément X dans les tiges et feuilles	g
PH	pH du sol	-

4 - RECAPITULATIF DES ANALYSES DE VARIANCE.

PARAMETRES					TESTS F DES FACTEURS CONTROLES					
No	Sigles	Unités	Moyennes	CV%	Dose		Mélange		Dose x Mélange	
					F	Seuil	F	Seuil	F	Seuil
1	H6	cm	5,743	19,983	1,459		0,440		1,173	
2	H8	cm	8,236	17,872	1,742		0,943		1,659	
3	H10	cm	9,054	15,054	2,949	*	0,717		1,495	
4	H13	cm	10,356	14,630	4,752	**	1,091		1,072	
5	H15	cm	11,572	15,817	13,727	***	1,732		1,035	
6	H17	cm	13,191	15,789	30,339	***	3,281	*	1,407	
7	H20	cm	16,290	15,984	63,747	***	5,885	**	1,980	
8	H22	cm	18,831	18,080	62,847	***	7,299	**	1,833	
9	H24	cm	22,042	18,586	69,532	***	8,304	***	2,629	*
10	V6-8	cm/j	1,247	37,032	1,497		0,896		2,263	*
11	V8-10	cm/j	0,409	58,147	2,132		0,363		1,009	
12	V10-13	cm/j	0,434	51,422	13,318	***	0,658		1,397	
13	V13-15	cm/j	0,608	59,645	31,559	***	1,320		0,470	
14	V15-17	cm/j	0,809	34,347	75,656	***	6,20	**	2,684	*
15	V17-20	cm/j	1,033	36,377	68,623	***	7,379	**	1,746	*
16	V20-22	cm/j	1,270	53,564	21,058	***	4,528	*	1,443	
17	V22-24	cm/j	1,606	43,078	26,921	***	3,587	*	2,262	*
18	NR	-	0,410	151,881	21,585	***	0,018		0,640	
19	IC-P1	-	0,389	162,418	23,247	***	2,465		3,956	**
20	IC-P2	-	0,438	134,413	11,127	***	0,289		1,939	
21	NF1	-	3,757	11,139	14,421	***	3,846	*	0,621	
22	NF2	-	5,965	14,155	26,424	***	10,120	***	1,782	
23	IC-CHLO	-	0,583	92,462	43,860	***	0,645		0,581	
24	IC-CA1	-	0,194	223,216	13,172	***	1,364		3,183	**
25	IC-CA2	-	0,792	66,149	101,863	***	0,228		0,397	
26	HF	cm	71,171	16,226	51,613	***	10,579	**	3,803	**
27	PMSTF	g	4,695	33,275	94,555	***	11,956	***	3,122	*
28	PH	-	7,021	3,312	953,973	***	14,191	***	3,674	**
29	TNTF	%	3,777	8,434	8,203	***	0,946		1,992	
30	TPTF	%	0,516	25,521	10,006	***	0,946		3,386	**
31	TKTF	%	5,319	9,517	25,442	***	1,340		7,606	***
32	TCATF	%	0,227	15,568	490,799	***	0,560		0,587	
33	TMGTF	%	0,698	12,390	96,432	***	8,429	***	2,617	*
34	PNTF	Cg	17,875	30,481	118,927	***	10,578	***	2,886	*

4bis - RECAPITULATIF DES ANALYSES DE VARIANCE.

PARAMETRES					TESTS F DES FACTEURS CONTROLES					
No	Sigles	Unités	Moyennes	CV%	Dose		Mélange		Dose x Mélange	
					F	Seuil	F	Seuil	F	Seuil
35	PPTF	Cg	2,508	34,142	110,223	***	8,662	***	0,578	
36	PKTF	Cg	25,672	35,024	99,104	***	8,384	***	1,730	
37	PCATF	Cg	0,833	29,858	12,806	***	17,082	***	4,396	**
38	PMGTF	Cg	2,992	31,245	57,238	***	8,580	***	4,301	**
39	PH	-	7,081	3,312	406,141	***	2,836		1,136	

2 - QUANTITES D'ELEMENTS MAJEURS ET MINEURS
APPORTEES PAR POT.

Elément	Unité	6ème jour	13ème jour	17ème jour	TOTAL
N	g	0,280	0,373	0,280	0,933
P ₂ O ₅	g	0,107	0,143	0,107	0,357
K ₂ O	g	0,370	0,493	0,370	1,233
B	mg	1,75	-	-	1,75
Cu	mg	3,98	-	-	3,98
Mo	mg	0,45	-	-	0,45
Zn	mg	2,73	-	-	2,73

* Les quantités d'éléments majeurs ont été apportées successivement par 10ml
13,33ml et 10ml d'une solution contenant :

- . 80g/l de NH₄NO₃
- . 20,4g/l de KH₂PO₄
- . 47,4g/l de KCl

* Les quantités d'éléments mineurs ont été apportées par 10ml d'une solution
contenant :

- . 1g/l de H₃BO₃
- . 1,565g/l de Cu SO₄, 5H₂O
- . 0,08g/l de (NH₄)₆ Mo₇O₂₄, 15 H₂O
- . 1,199g/l de Zn SO₄, 7 H₂O

ANNEXE 5.

INFLUENCE DE TROIS DOSES DE CAO DE TROIS AMENDEMENTS
CALCIQUES SUR UNE CULTURE DE MAIS SUR VERTISOL HYPER-
MAGNESIEN.

PARAMETRES (sigles)	UNITES	DEFINITIONS	OBSERVATIONS - FORMULES.
H _j	cm	Hauteur des plants de maïs au jème jour	
V _{j-j'}	cm/j	Vitesse de croissance en hauteur entre le jème et le j'ème jour	$V_{j-j'} = (H_{j'} - H_j) / (j' - j)$
NTn	-	nème comptage du nombre de talles	
NF	-	Nombre de feuilles à la récolte	
CCAn	-	nème observation de la carence en calcium	
TNTF	%	Teneur en azote des parties aériennes	
TPTF	%	" phosphore "	
TKTF	%	" potassium "	
TCATF	%	" calcium "	
TMGTF	%	" magnésium "	
PMSTF	g	Poids de matière sèche des parties aériennes par pot	
QNTF	cg	Immobilisation en azote dans les parties aériennes	Pour un élément E :
QPTF	cg	" phosphore "	QETF = TETFxPMSTF/100
QKTF	cg	" potassium "	
QCATF	cg	" calcium "	
QMGTF	cg	" magnésium "	
pH	-	pH du sol à la récolte	
QCAE	g	Quantité de calcium en solution dans le percolat	
QME	g	" magnésium "	
QKE	g	" potassium "	
QNAE	g	" sodium "	

1 bis - PARAMETRES OBSERVES.

PARAMETRES (sigles)	UNITES	DEFINITIONS	OBSERVATIONS - FORMULES.
PERUOG	ppm	Teneur du sol en phosphore assimilable TRUOG	
TCAS	meq %	" calcium échangeable	
TMGS	"	" magnésium "	
TKS	"	" potassium "	
TNAS	"	" sodium "	
SBE	"	" bases "	SBE = TCAS+TMGS+TKS+TNAS

* Pour ces paramètres, dont les variances résiduelles sont "hétérogènes", le C.V. est celui du premier niveau de l'analyse de variance.

PARAMETRES					F - FACTEURS CONTROLES.					
No	Sigles	Unités	Moyennes	CV %	Dose		Mélange		Dose X Mélange	
					F	seuil	F	seuil	F	seuil
1	H6	cm	3,919	10,3	2,356		0,158		0,312	
2	H8	cm	4,994	9,2	1,193		0,625		1,826	
3	H13	cm	7,970	9,5*	0,157		0,816		2,148	
4	H15	cm	9,632	12,4*	1,692		1,246		7,223	0,999
5	H18	cm	12,583	9,0	7,417	0,998	3,470	0,960	1,981	
6	H20	cm	15,266	8,2*	12,447	0,998	7,727	0,986	6,186	0,998
7	H22	cm	16,643	5,6	9,709	0,999	17,106	1,000	3,184	0,977
8	H25	cm	20,093	7,1	8,205	0,999	24,671	1,000	8,183	1,000
9	H27	cm	22,879	7,1	10,902	1,000	33,712	1,000	5,796	0,999
10	H28	cm	24,434	7,9	14,189	1,000	25,670	1,000	4,714	0,996
11	HT	cm	78,619	7,6	20,288	1,000	43,926	1,000	12,151	1,000
12	V6-8	cm/j	0,537	33,4	1,413		2,001		2,104	
13	V8-11	cm/j	0,854	9,3	0,266		0,217		0,972	
14	V11-13	cm/j	0,207	65,3*	2,328		1,474		1,668	
15	V13-15	cm/j	0,831	44,1*	5,549	0,976	0,985		5,044	0,994
16	V15-18	cm/j	0,984	19,0	7,583	0,918	3,205	0,950	2,442	0,938
17	V18-20	cm/j	1,341	25,7	3,855	0,971	4,311	0,980	3,314	0,981
18	V20-22	cm/j	0,688	41,5	1,075		1,406		0,393	
19	V22-25	cm/j	1,150	33,7	1,063		7,974	0,999	5,580	0,999
20	V25-27	cm/j	1,393	33,7	4,366	0,981	7,153	0,997	1,333	0,726
21	V27-28	cm/j	1,556	45,9	8,180	0,999	0,191		2,807	0,967
22	NT1	-	1,380	45,2	7,224	0,998	0,737		3,517	0,985
23	NT2	-	1,528	41,9	0,609	-	0,609	-	1,930	-
24	NF	-	6,120	11,0*	2,518	-	0,510	-	3,009	0,958
25	CCA1	-	0,519	125,0*	4,447	0,959	0,286	-	1,767	-
26	CCA2	-	0,694	91,7*	21,113	1,000	1,438	-	8,654	1,000
27	CCA3	-	1,389	89,4	57,102	1,000	0,450	-	1,062	-
28	CCA4	-	1,889	58,0	61,134	1,000	0,718	-	0,810	-
29	CCA5	-	1,472	39,7	188,548	1,000	0,244	-	4,640	0,996
30	CCA8	-	1,558	50,1	109,772	1,000	0,183	-	0,502	-
31	CCA9	-	1,546	50,2	95,689	1,000	0,477	-	0,500	-
32	TNTF	%	4,181	6,1*	13,039	0,998	7,413	0,989	7,158	0,999
33	TPTF	%	0,613	12,9	9,197	0,999	9,106	0,999	1,055	-
34	TKTF	%	6,824	5,1	3,838	-	6,101	0,982	10,669	1,000
35	TCATF	%	0,160	9,1*	207,219	1,000	1,167	-	11,217	1,000

* Pour ces paramètres, dont les variances résiduelles sont "hétérogènes", le C.V. est celui du premier niveau de l'analyse de variance.

PARAMETRES					F - FACTEURS CONTROLES.					
No	Sigles	Unités	Moyennes	CV %	Dose		Mélange		Dose X Mélange	
					F	seuil	F	seuil	F	seuil
36	TMGTF	%	0,553	5,3*	22,364	1,000	69,909	1,000	52,321	1,000
37	PMSTF	g	14,536	17,08	10,210	0,999	17,735	1,000	8,808	1,000
38	QNTF	cg	60,546	15,9	12,909	1,000	13,151	1,000	8,917	1,000
39	QPTF	cg	8,872	27,4*	21,203	1,000	2,006	-	10,963	1,000
40	QKTF	cg	98,845	22,3*	7,341	0,989	7,473	0,990	16,360	1,000
41	QCATF	cg	2,296	25,0*	17,886	0,999	10,793	0,997	24,057	1,000
42	QMGTF	cg	7,952	20,5*	6,110	0,982	3,506	-	18,054	1,000
43	PH	-	6,860	2,6	268,2	1,000	79,9	1,000	1,233	-
44	QCAE	g	0,585	18,5	292,1	1,000	160,6	1,000	22,973	1,000
45	QMGE	g	2,109	9,3	199,5	1,000	166,2	1,000	7,520	1,000
46	QKE	g	0,489	22,6*	4,182	0,953	0,497	-	9,296	1,000
47	QNAE	g	2,900	6,2	17,148	1,000	39,890	1,000	2,336	-
48	PTRUOG	ppm	35,870	22,1	3,851	0,971	1,149	-	2,253	-
49	TCAS	meq %	12,919	4,4*	536,9	1,000	3,897	-	3,071	0,961
50	TMGS	"	39,933	4,8	7,470	0,998	0,567	-	2,380	-
51	TKS	"	0,829	24,8	5,217	0,990	0,159	-	1,122	-
52	TNAS	"	0,308	5,6	6,884	0,997	8,975	0,999	4,587	0,996
53	SBE	"	53,989	3,9	87,957	1,000	0,248	-	2,771	0,961

ANNEXE 6.

ETUDE D'UNE EVENTUELLE INTERACTION ENTRE FUMURE AZOTEE ET
TENEUR EN GYPSE DE L'AMENDEMENT.

1 - PARAMETRES OBSERVES.

PARAMETRES (sigles)	UNITES	DEFINITIONS	OBSERVATIONS - FORMULES.
H _j	cm	Hauteur des plants de maïs au jème jour	
V _{j-j'}	cm/j	Vitesse de croissance en hauteur entre le jème et le j'ème jour	$V_{j-j'} = (H_{j'} - H_j) / (j' - j)$
NTn	-	nème comptage du nombre de talles	
NF	-	Nombre de feuilles à la récolte	
CCAn	-	nème observation de la carence en calcium	
TNTF	%	Teneur en azote des parties aériennes	
TPTF	%	" phosphore "	
TKTF	%	" potassium "	
TCATF	%	" calcium "	
TMGTF	%	" magnésium "	
PMSTF	g	Poids de matière sèche des parties aériennes par pot	
QNTF	cg	Immobilisation en azote dans les parties aériennes	Pour un élément E :
QPTF	cg	" phosphore "	QETF = TETFxPMSTF/100
QKTF	cg	" potassium "	
QCATF	cg	" calcium "	
QMGTF	cg	" magnésium "	
pH	-	pH du sol à la récolte	
QCAE	g	Quantité de calcium en solution dans le percolat	
QMCE	g	" magnésium "	
QKE	g	" potassium "	
QNAE	g	" sodium "	

2 - RECAPITULATIF DES ANALYSES DE VARIANCE.

PARAMETRES					F - FACTEURS CONTROLES.					
No	Sigles	Unités	Moyennes	CV %	Forme N		Mélange		Forme x Mel.	
					F	seuil	F	seuil	F	seuil
1	H6	cm	3,899	10,7	0,424	-	0,244	-	0,427	-
2	H8	cm	4,929	8,7	0,170	-	0,825	-	1,333	-
3	H13	cm	8,047	7,0	0,043	-	0,922	-	0,750	-
4	H15	cm	9,900	8,4	0,721	-	1,905	-	0,441	-
5	H18	cm	12,944	9,4	0,000	-	1,176	-	0,722	-
6	H20	cm	15,492	6,9	0,378	-	2,376	-	0,125	-
7	H22	cm	16,733	7,8	0,085	-	0,393	-	0,400	-
8	H25	cm	20,106	9,2	0,176	-	0,154	-	0,841	-
9	H27	cm	23,368	7,6	0,032	-	0,908	-	2,682	-
10	H28	cm	25,326	9,0	0,229	-	0,968	-	2,208	-
11	HT	cm	73,044	9,5	2,276	-	0,546	-	0,505	-
12	V6-8	cm/j	0,515	38,7	0,056	-	2,162	-	0,391	-
13	V8-11	cm/j	0,860	9,7	0,036	-	1,061	-	0,284	-
14	V11-13	cm/j	0,269	76,2	0,001	-	0,107	-	3,028	-
15	V13-15	cm/j	0,926	25,0	1,615	-	3,269	-	0,167	-
16	V15-18	cm/j	1,015	20,2	1,411	-	0,698	-	0,605	-
17	V18-20	cm/j	1,274	30,3	0,783	-	0,262	-	2,631	-
18	V20-22	cm/j	0,621	47,5	0,230	-	2,992	-	2,219	-
19	V22-25	cm/j	1,124	42,2	0,658	-	0,227	-	0,667	-
20	V25-27	cm/j	1,631	22,6	2,217	-	2,120	-	2,330	-
21	V27-28	cm/j	1,958	40,9	0,943	-	1,815	-	0,375	-
22	NT1	-	1,708	32,0	1,164	-	0,140	-	0,605	-
23	NT2	-	1,722	40,9	1,794	-	0,364	-	0,364	-
24	NF	-	6,486	10,7	1,416	-	0,376	-	0,549	-
25	CCA1	-	1,264	98,4	0,081	-	1,867	-	1,400	-
26	CCA2	-	1,889	67,6	0,853	-	1,774	-	3,104	-
27	CCA3	-	3,264	46,3	0,735	-	1,354	-	0,990	-
28	CCA4	-	3,625	33,1	1,632	-	3,158	-	1,342	-
29	CCA5	-	3,014	12,7*	0,771	-	32,358	1,000	0,546	-
30	CCA8	-	3,069	24,5	4,138	0,950	1,641	-	0,465	-
31	CCA9	-	2,989	15,5*	2,246	-	5,909	0,98	0,979	-
32	TNTF	%	4,239	4,0	3,867	-	3,468	0,954	0,508	-
33	TPTF	%	0,641	12,7	3,040	-	0,092	-	0,550	-
34	TKTF	%	6,828	5,1	2,342	-	0,353	-	0,269	-
35	TCATF	%	0,118	8,1	4,951	0,967	1,161	-	0,183	-

2 bis - RECAPITULATIF DES ANALYSES DE VARIANCE.

PARAMETRES					F - FACTEURS CONTROLES.					
No	Sigles	Unités	Moyennes	CV %	FORME N		MELANGE		FORME X MEL.	
					F	seuil	F	seuil	F	seuil
36	TMGTF	%	0,521	5,5	8,843	0,994	0,703	-	0,266	-
37	PMSTF	g	14,456	20,1	0,368	-	0,911	-	1,503	-
38	QNTF	cg	61,229	19,5	1,028	-	0,487	-	1,773	-
39	QPTF	cg	9,248	22,7	2,147	-	0,748	-	0,707	-
40	QKTF	cg	98,674	20,5	0,966	-	0,718	-	1,472	-
41	QCATF	cg	1,709	23,1	1,792	-	1,234	-	1,246	-
42	QMGTF	cg	7,533	20,6	1,949	-	0,875	-	1,226	-
43	PH	-	6,283	3,3	8,320	0,992	22,204	1,000	3,048	-
44	QCAE	g	0,299	16,4	20,848	1,000	46,261	1,000	0,917	-
45	QMGE	g	1,752	11,1	21,961	1,000	44,216	1,000	0,560	-
46	QKE	g	0,486	27,3	4,879	0,965	0,761	-	0,412	-
47	QNAE	g	2,791	6,0	1,224	-	14,812	1,000	0,590	-